

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Ústav letecké dopravy

Využití CNG pro provoz letiště

CNG Application in Airport Operation

Student: Jiří Procházka

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Michal Červinka, Ph.D.

Ostrava 2011

Zadání bakalářské práce

Student: **Jiří Procházka**
Studijní program: B3712 Technologie letecké dopravy
Studijní obor: 3708R036 Technologie letecké dopravy
Téma: **Využití CNG pro provoz letiště**
CNG Application in Airport Operation

Zásady pro vypracování:

1. Technické, ekonomické a ekologické a legislativní aspekty provozu motorů poháněných CNG
2. Možnosti využití vozidel poháněných CNG v letecké dopravě, příklady úspěšného řešení
3. Analýza mechanizačních prostředků letiště Ostrava vhodných pro využití pohonu CNG.
4. Návrh řešení pro letiště Ostrava včetně technických, ekonomických a provozních aspektů.

BP musí v rámci úvodu obsahovat kapitolu se stanovením cílů práce a v závěru zhodnocení dosažených cílů.

Seznam doporučené odborné literatury:

Kerner, L., Sýkora, V., Kulčák, L. Provozní aspekty letišť, Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003, FD ČVUT Praha, ISBN 9788001028414

Kazda, A. Letiská: Design a prevádzka, Žilina: Vysoká škola dopravy a spojov, 1995, ISBN 9788071002406

Soubor norem podvýboru: ISO/TC22/SC25 „Silniční vozidla na plyn“

Předpis UN ECE R49 - Jednotná ustanovení týkající se schvalování vznětových motorů (CI) a motorů na zemní plyn (NG)

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Michal Červinka, Ph.D.**

Datum zadání: 17.12.2010

Datum odevzdání: 23.05.2011



doc. Ing. Vladimír Smrž, Ph.D.
vedoucí katedry

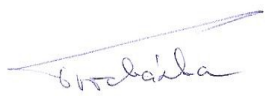


prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

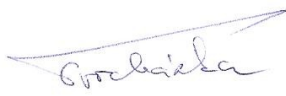
V Ostravě dne 23. května 2011


.....
podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne 23. května 2011


.....
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Jiří Procházka

Adresa trvalého pobytu autora práce: Zimmerlova 27, Ostrava 3, 70030

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

PROCHÁZKA, J. *Využití CNG pro provoz letiště : bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Institut dopravy, 2011, 59 s. Vedoucí práce: Červinka, M.

Bakalářská práce se zabývá možnými způsoby využití stlačeného zemního plynu v rámci provozu letiště. V úvodu práce je uvedena současná situace provozování NGV ve světě i v České republice, včetně konstrukčního řešení, či ekonomických a ekologických výhod takovýchto vozidel. Stručně zmíněny jsou také legislativní podmínky provozu NGV a popis činnosti plnicích stanic. Možnosti využití CNG pro provoz letiště jsou nejprve uvedeny na příkladech ze zahraničí. Na základě těchto zkušeností je po analýze a vytipování vhodných prostředků zpracována studie využití tohoto plynu pro provoz Letiště Leoše Janáčka v Ostravě. Výsledky této studie jsou zaměřeny především na ekonomické přínosy aplikace NGV.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

PROCHÁZKA, J. *CNG Application in Airport Operation : Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Institute of Transport, 2011, 59 p. Thesis head: Červinka, M.

The bachelor thesis is dealing with the possible methods of compressed natural gas application in airport operation. The introduction quotes the current situation of NGV operation in the world and in the Czech Republic including the construction method, or economic and environmental benefits of such vehicles. Legislative requirements and the description as well as a refuelling station operation are briefly covered too. At first, methods of the possible CNG application in airport operation are demonstrated on examples from abroad. Based on this experience, the analysis and selection of the best measures are followed by a survey on the CNG application at the Leos Janacek Airport Ostrava. The survey results are focused on the economist benefits of NGV application.

Obsah

Seznam použitých značek a symbolů	7
0. Stanovení cílů	9
1. Úvod	10
2. Zemní plyn	11
2.1 Stlačený zemní plyn	11
2.2 Zkapalněný zemní plyn	12
3. Vozidla na zemní plyn - NGV	13
3.1 NGV ve světě	13
3.2 NGV v Evropě	14
3.3 Spalovací motory NGV	16
3.4 Technické řešení NGV	16
3.5 Výhody NGV	18
3.6 Nevýhody NGV	21
3.7 Legislativa NGV	22
4. CNG na letišti	24
5. Příklady řešené problematiky v zahraničí	25
5.1 Letiště Hamburg - Fuhlsbüttel	25
5.2 Letiště Curych	26
5.3 Letiště Franze Josefa Strausse v Mnichově	27
5.4 Letiště Madrid Barajas	27
6. Letiště Ostrava - Mošnov	30
6.1 Provozní technika	31
6.2 Osobní automobily	38
6.3 Plnicí stanice	49
6.4 Výsledek analýzy využitelnosti CNG na letišti Ostrava	52
7. Zhodnocení cílů	54
8. Závěr	55
9. Seznam použité literatury	56
Seznam příloh	59

Seznam použitých značek a symbolů

AC	Střídavý proud	Alternating Current
AENA	Španělský státní provozovatel letišť a řízení vzdušného prostoru	Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea
AHM	Manuál letištního odbavení	Airport Handling Manual
CEN	Evropský výbor pro normalizaci	European Committee for Standardization
CNG	Stlačený zemní plyn	Compressed Natural Gas
CO	Oxid uhelnatý	
CO ₂	Oxid uhličitý	
ČPS	Český plynárenský svaz	
ČR	Česká republika	
DC	Stejnoseměrný proud	Direct Current
DPH	Daň z přidané hodnoty	
EEV	Norma pro vozidla šetrná k životnímu prostředí	Enhanced Environmental friendly Vehicles
EU	Evropská unie	European Union
GPU	Pozemní napájecí jednotka	Ground Power Unit
HC	Uhlovodíky	
HDI	Vznětový motor s vysokotlakým přímým vstřikováním	High Pressure Injection
HTP	Motory s velmi plochou křivkou točivého momentu	High Torque Performance
CH ₄	Methan	
IATA	Mezinárodní asociace leteckých dopravců	International Air Transport Association
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci	International Organization for Standardization

LNG	Zkapalněný zemní plyn	Liquefied Natural Gas
LPG	Zkapalněný ropný plyn	
MB	Mercedes-Benz	
MPI	Vícebodové vstřikování do sání	Multi-Point Fuel Injection
NGV	Vozidlo s pohonem na zemní plyn	Natural Gas Vehicle
NGVA	Asociace vozidel na zemní a bio plyn	Natural & bio Gas Vehicle Association
NO _x	Oxidy dusíku	
PHM	Pohonné hmoty a maziva	
PLZ	Pozemní letištní zdroj	
PM	Pevné částice	Particulate Matter
ŘLP	Řízení letového prostoru	
SO ₂	Oxid siřičitý	
TDG (TD)	Technická doporučení	
TIN	Technické instrukce	
TPG	Technická pravidla	
TSI	Benzínové motory s přímým vstřikováním paliva a dvojitým přeplňováním	Twincharger Stratified Injection
UNECE	Evropská hospodářská komise OSN	United Nations Economic Commission for Europe
VRA	Plnicí zařízení	Vehicle Refuelling Appliance
VW	Volkswagen	
ZP	Zemní plyn	

0. Stanovení cílů

Cílem bakalářské práce je přiblížit oblast alternativních paliv zaměřenou na CNG a prostudovat aktuální stav vybrané tematiky v letištním provozu.

V teoretické části popsat základní poznatky, uvést a vysvětlit technické, ekonomické, ekologické a legislativní aspekty provozu motorů poháněných CNG. Cílem je dále vystihnout moderní trendy a možnosti využití CNG v provozu letišť.

Praktická část si klade za cíl zmínit stávající projekty v zahraničí, především evropských letišť a analýzu mechanizačních prostředků na letišti v Ostravě Mošnově.

Výsledkem bakalářské práce bude návrh řešení pro letiště Ostrava včetně technických a provozních aspektů. Posouzení, zda je možné aplikovat CNG na tomto letišti bude podloženo ekonomickým vyhodnocením.

1. Úvod

S postupně narůstajícími přepravními výkony v dopravě společně s pozitivními účinky, jako je například tvorba přidané hodnoty domácí ekonomiky, či zaměstnanost, se projevují také negativní stránky, mezi které patří především zhoršující se stav životního prostředí. Intenzivní snaha o eliminaci záporných jevů, strmě rostoucí cena ropy a stále se snižující její zásoby jsou zdrojem prudkého rozvoje alternativních paliv. Jedním z perspektivních, středně výhledových, paliv je zemní plyn. Jeho světové zásoby jsou v současnosti odhadovány na 511 tisíc miliard m³, což představuje vyčerpatelnost této suroviny za méně než 250 let. Z hlediska emisí skleníkových plynů se navíc jedná o výrazně ekologičtější palivo, než jsou současné kapalné pohonné hmoty. Není proto divu, že se v rámci snižování emisí a nepochybně také z titulu finanční úspornosti vydala cestou využívání ekologických paliv, především pak stlačené formy zemního plynu – CNG i velická řada letišť. Vzhledem k tomu, že provoz letiště se neobejde bez řady různé manipulační techniky a mnoha specifických zařízení s nemalými spotřebami pohonných hmot, nabízí se využívání CNG jako výhodné řešení. Aby ukázka aplikace CNG na letišti byla ještě názornější a především matematicky specifikovanější, vypracovaná je také analýza případného uplatnění zemního plynu na konkrétním letišti.

V ostravské aglomeraci se využitím CNG jako jedna z prvních začala zaobírat holdingová společnost Vítkovice a.s., která nejen vývojem plnicích stanic a motorů na CNG v rámci projektu CNG Vitall¹ výrazně přispívá k podpoře využití tohoto paliva. Vzhledem k rozvoji aplikace CNG v Ostravě, stojí za úvahu vypracovat studii využitelnosti CNG na nedalekém letišti v Ostravě Mošnově. Ve srovnání s jinými evropskými letišti, kde se již CNG úspěšně využívá, se jedná o letiště s výrazně omezeným dopravním provozem. Atributy pro výběr tohoto letiště jsou dopravní dostupnost z Ostravy a v neposlední řadě také ochotný přístup k poskytování údajů a informací týkajících se jeho provozu.

¹ Více informací o CNG Vitall dostupných na webových stránkách projektu: „<http://www.cngvitall.cz/projekt-cng-vitall.htm>“

2. Zemní plyn

Zemní plyn je nejrozšířenějším a nejekonomičtějším plynným přírodním fosilním palivem. Jedná se především o směs plynných uhlovodíků s převažujícím množstvím methanu CH_4 (přes 90%). Použití zemního plynu je světově velice rozšířené, na evropském kontinentu pak především v Itálii. Z ekologického hlediska se jedná o ideální palivo s vysokým obsahem vodíku. I přes výrazné světové zásoby, stejně jako je tomu u ostatních fosilních paliv, se jedná o neobnovitelný přírodní zdroj.

Uplatnění zemního plynu jakožto pohonné hmoty je využíváno především u zážehových motorů, přičemž spalován může být samostatně, nebo v případě dvou-palivového systému zároveň s benzínem. Při ojedinělé naftové kombinaci kryje motorová nafta přibližně pouhých 20% energetické potřeby motoru. Zemní plyn ve srovnání s ostatními fosilními palivy při svém spalování uvolňuje nejméně CO_2 , dusíkatých i sirných škodlivin, či pevných částic na jednotku energie. Význam tohoto paliva se uplatňuje především v dopravě. Nejvýraznější využití je stále v silniční dopravě, ale své uplatnění nachází i v lodním a železničním odvětví dopravy. Vlastnosti zemního plynu uvádí následující tabulka:

Výhřevnost	34,09 MJ/m ³
Hustota	0,69 kg/m ³
Spalné teplo	37,82 MJ/m ³
Meze výbušnosti	4,4 – 15 %
Teplota vznícení	537 °C
Teplota plamene	1 956 °C
Množství spalovacího vzduchu	9,56 m ³ vzduchu / 1 m ³ ZP

Tab. 2.1

Z hlediska skladování zemního plynu rozlišujeme:

- stlačený zemní plyn (CNG)
- zkapalněný zemní plyn (LNG)

2.1 Stlačený zemní plyn

Stlačený zemní plyn (CNG - Compressed Natural Gas) se vyrábí se stlačením zemního plynu až na 1% svého původního objemu při standardním atmosférickém tlaku. CNG je nejčastěji uchováván v ocelových nádobách objemu 20-60 l. Pro pohon osobních

automobilů je nejčastěji použito 3 takovýchto lahví, přičemž dojezd takto vybaveného vozidla se pohybuje okolo 300 km, v případě nového modelu Volkswagen Passat dokonce až 460 km. Hmotnost každé ocelové nádoby je nejčastěji 30 kg. Z toho důvodu je mnohem užitečnější využít při výrobě lahví legovaných ocelí, nebo kompozitních materiálů, které dokážou snížit hmotnost na 1/3 váhy ocelových lahví, což umožňuje zvýšit objem nádob a zvýšit tak dojezd vozidla do větší vzdálenosti.

2.2 Zkapalněný zemní plyn

Zkapalněný zemní plyn (LNG - Liquefied Natural Gas) je druhou možnou variantou skladování zemního plynu. Jedná se však o metu velice ekonomicky nevýhodnou. Pro zkapalnění 1 m³ plynu je potřeba vyvolat energii o velikosti 0,5 kWh/m³, která je však až čtyřnásobná vůči nákladům komprese na 20 MPa jako je tomu v případě CNG. Mnohem vyšší je zároveň cena zkapalňovacího zařízení, skladovacích nádrží i potrubí. Další podstatnou nevýhodou LNG je odpařování této formy zemního plynu, kterému nedokáže zabránit ani důkladná izolace zásobníku. Ta musí být navíc doplněna pojistným ventilem, který při dosažení stanovené hodnoty tlaku vypustí uvolněný metan. Důsledkem tohoto jevu dochází ke ztrátám pohonných hmot.

3. Vozidla na zemní plyn - NGV

Začátkem roku 2010 jezdilo v 79 zemích světa přes 11 miliónů vozidel poháněných zemním plynem (NGV - Natural Gas Vehicle), přičemž roční spotřeba zemního plynu pro pohon těchto vozidel činila přibližně 35,4 mld. m³. Nejrozšířenější jsou dopravní prostředky spalující CNG v Pákistánu (2,3 mil.), Argentině (1,8 mil.) a Iránu (1,7 mil.). Doposud nejčastější variantou využívání CNG jsou automobily s benzínovými motory, které jsou následně dodatečně upraveny pro možnost spalování zemního plynu. S rostoucím počtem takto přebudovaných vozidel také nezanedbatelně narůstá sériová výroba originálních vozidel s motory spalujícími CNG.

3.1 NGV ve světě

Vozidla na zemní plyn jsou vysoce populární v regionech s výskytem zemního plynu a zemích, jejichž místní vlády tento druh paliva výrazně podporují. Vůbec první využití CNG pro dopravní prostředky začalo v Itálii roku 1930, následováno Novým Zélandem v 80. letech.

Argentina a Brazílie patří k zemím s největším využitím pohonu na CNG. Hlavní skupinu NGV tvoří především taxíky v hlavních městech obou těchto největších zemí Jižní Ameriky. Rovněž Kolumbie, Bolívie či Peru jsou významnými státy v počtu provozovaných NGV. Ve Spojených státech amerických se použití CNG liší stát od státu. Nejrozšířenější je tento způsob pohonu především pro městskou hromadnou dopravu. Na asijském trhu zaujímá jednoznačné prvenství Pákistán. Jedná se o stát s vůbec největším počtem NGV i plnicích stanic na světě. Většina soukromých osobních automobilů zde využívá CNG a jejich počet tak již přesahuje hranici 2 mil. kusů. Stejně tak vzrostl stlačený zemní plyn jako jeden z hlavních zdrojů pohonu v Indii a Bangladéši. Využití CNG je nařízeno pro veřejnou hromadnou dopravu hlavního města Dillí. Na africkém kontinentu byla otevřena první plnicí stanice v Egyptě, kde zároveň platí vládní mandát, který zavazuje výrobce automobilů k výrobě 60% všech nových vozidel jako vozidel duálních, tedy vozidel, které disponují nádržemi jak na benzín, tak na CNG.

Celkové světové statistiky NGV dle NGVA (Natural & bio Gas Vehicle Association) k lednu roku 2010 uvádí příloha I. *Celosvětové statistiky NGV*, zařazená na konci práce.

3.2 NGV v Evropě

Nejvýraznější rozvoj politiky CNG v Evropě je zaznamenán v Německu, kde projekt plynofikace dopravy započal v roce 2000 masivní kampaní vlády, plynárenských společností a společností vyrábějící automobily, které uvedly na trh značnou nabídku NGV. Rovněž v Itálii se výrazně projevil program dopravní plynofikace, o čemž svědčí nejen prudký nárůst výstavby plnicích stanic v posledních letech. Značné podpory státní plynárenské společnosti, podporující nejen výrobu CNG, ale zároveň také přestavbu autobusů poháněných tímto palivem, se těší provozovatelé hromadné dopravy ve Francii. Bohužel však i přes optimistický vývoj v některých zemích, skutečný trend využívání NGV oproti odhadovaným prognózám nepatrně zaostává. Aby byly tyto prognózy a plány naplněny, snaží se vlády evropských zemí podporovat rozvoj NGV nejrůznějšími programy, jako je například nulová spotřební daň (Irsko, Belgie, Řecko, Polsko, Bulharsko aj.), či snížená spotřební daň (Francie, Itálie, Španělsko, Rakousko aj.). V Německu je rovněž výraznou výhodou zcela bezproblémový provoz NGV v ekologických zónách center měst, která vozidlům s ropnými pohonnými hmotami takovýto provoz značně omezují.

Cíle Evropské unie

Evropská komise v roce 2001 vydala Bílou knihu s názvem: Evropská dopravní politika pro rok 2010: Čas rozhodnutí², která se mimo jiné zabývá využitím alternativních pohonných hmot, strategií nahrazení klasických kapalných motorových paliv alternativními palivy do roku 2020 jak uvádí *Tab. 3.1* a zároveň navrhla soubor opatření, která by měla zajistit splnění tohoto programu. Hlavním předpokladem je nahrazení až 20% motorových paliv na bázi ropné suroviny alternativními palivy (biopaliva, zemní plyn, vodík).

Rok	Biopaliva (%)	Zemní plyn (%)	Vodík (%)	Celkem (%)
2010	6	2	-	8
2015	7	5	2	14
2020	8	10	5	23

Tab. 3.1

Takovýto scénář je plánován postupně, např. pro zemní plyn se počítá do roku 2015 s 5%, zatímco v roce 2020 by měl zemní plyn dosáhnout již 10% celkové spotřeby paliv

² Bílá kniha v anglickém jazyce dostupná na WWW:
<http://ec.europa.eu/transport/strategies/doc/2001_white_paper/lb_com_2001_0370_en.pdf>

v rámci EU. Tento záměr vychází především z nutnosti snížení závislosti na ropě a z potřeby snížení výfukových emisí.

Dne 21. Prosince 2005 Evropská komise přijala finální verzi návrhu směrnice evropského parlamentu COM (2005) 634³ zabývající se podporou ekologicky čistých vozidel.

Česká republika

K těmto cílům se usnesením vlády č. 563 ze dne 11. května 2005 a následnou dohodou mezi státem a plynárenstvím ze dne 16. března 2006 připojila i Česká republika. K závazkům plynárenských společností vyplývajících z této dohody patří například vybudování 100 plnicích stanic CNG do roku 2020 v lokalitách mezinárodních silničních tahů ČR. Pro plánovaných 10% náhrady ropných paliv je však potřeba vybudovat dalších 200 plnicích stanic cizími investory. Těmi jsou například Vítkovice Cylindres, a.s. plánující 50 stanic do 10 let, nebo Bonett Bohemia, a.s. plánující ve stejném časovém horizontu vybudovat 30 plnicích stanic CNG. K dostatečnému pokrytí území těmito stanicemi probíhá řada jednání zabývajících se možností dovybavení již provozovaných čerpacích stanic stojany CNG, případně jejich sdružením.

V současné době je v České republice k dispozici 33 veřejných plnicích stanic CNG, při provozu téměř 2 700 NGV. V posledních letech se navíc podařilo prosadit řadu motivačních opatření pro provoz NGV jako je například nulová spotřební daň, dotace Ministerstva dopravy v rámci Programu obnovy vozidel autobusové dopravy, nebo podpora stejného druhu hromadné dopravy plynárenskými společnostmi vycházející z usnesení vlády č. 563.

Na tuzemském trhu s osobními automobily je v současnosti přes 25 druhů NGV, jedná se například o modely: VW Caddy 2.0 CNG, VW Passat 1.4 TSI Eco Fuel Limousine, Opel Zafira 1.6 CNG EcoTec Turbo, MB B-Class 180 NGT, Fiat Punto EVO 1.4 Natural Power, Fiat Panda 1.2 Natural Power aj. Prototyp automobilu poháněného CNG po několika jednáních s plynárenskými společnostmi představila i společnost Škoda Auto, a.s. Jedná se o model Octavia Combi, lze však očekávat i sériovou výrobu verzí Octavia, Superb, nebo Roomster. Výrobu autobusů využívající pohon CNG provádí Iveco Czech Republic, a.s., SOR Libchavy, s.r.o., nebo TEDOM, a.s.

³ Směrnice dostupná v anglickém jazyce na WWW:
<<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0634:FIN:EN:PDF>>

3.3 Spalovací motory NGV

CNG díky své vyšší teplotě vzplanutí ($537\text{ }^{\circ}\text{C}$) nelze použít u vznětových motorů. Z tohoto důvodu je vhodná jeho aplikace pouze u motorů zážehových po dodatečné přestavbě, nebo motorů vyráběných speciálně pro spalování CNG. V případě rozhodnutí se pro motory zážehové, musí následovat podobné úpravy jako u LPG. Zapalování směsi vzduch-plyn je řízeno pomocí lambda sondy. Dopravní prostředek je poté ve většině případů dvou-palivový se dvěma nádržemi, jednou na CNG a druhou na benzín. Podmínkou správného nasávání směsi u takovýchto motorů je však použití speciálního směšovače, jelikož klasický karburátor způsobuje u procesu nasávání pokles tlaku. Motory konstruované přímo pro CNG však díky jiným kompresním poměrům, či chlazení dosahují ještě výhodnějších parametrů.

Motory poháněné zemním plynem mají nízké emise CO, organických částic a pevných částic. Použitím třicestného katalyzátoru je možné i další snižování emisí CO, HC a NO_x . Ekologické výhody NGV budou dále přiblíženy v kapitole 3.6.

3.4 Technické řešení NGV

Přes přítomnost tlakových lahví je provoz NGV považován za bezpečnější než je tomu u vozidel benzínových, naftových či spalujících LPG. Toto tvrzení vychází především jak z fyzikálních vlastností zemního plynu (lehčí než vzduch, teplota vzplanutí aj.), tak z technického zabezpečení vozidel. Každý zásobník plynu má elektronicky kontrolovaný ventil, který řídí dodávku plynu do motoru. Případný pokles tlaku v případě nehody řeší mechanické ventily, které rovněž omezují dodávku paliva do motoru. Pro případ požáru jsou láhve vybaveny speciální pojistkou, která zajistí řízené vypuštění expandujícího plynu v okamžiku, kdy teplota přesáhne hranici již $110\text{ }^{\circ}\text{C}$, přestože teplota vznícení je až $537\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jednotlivé části palivové soustavy jsou uvedeny níže:

Plnicí ventil

Tento ventil je určen pro plnění CNG do palivových nádrží na plnicích stanicích. Může být umístěn jako součást čerpacího otvoru klasických kapalných paliv, nebo samostatně. U přestavovaných vozidel se tento plnicí ventil nejčastěji nachází v motorovém prostoru. Ve všech evropských zemích, vyjma Itálie, je standardizovaná plnicí koncovka označovaná jako NGV1.

Palivové nádrže

Palivové nádrže, nebo-li rovněž tlakové nádoby, jsou opatřeny pro bezpečný a spolehlivý provoz multiventilem, který slouží pro řízení odběru paliva a uzavírá nádrž při vypnutém zapalování. Zároveň však plní i bezpečnostní funkci. V případě poruchy – poklesu tlaku, dokáže automaticky zastavit průtok plynu, při daném přetlaku vypustí plyn a tepelná pojistka v případě požáru vypustí palivo z nádrže. CNG je v lahvích uchováváno pod tlakem přibližně 200 barů.

Propojovací vysokotlaké potrubí

Při plynovém provozu vozidla přivádí stlačený zemní plyn z palivové nádrže do regulátoru. Naopak při procesu plnění je tímto potrubím palivo přiváděno opačným směrem do palivové nádrže.

Regulátor

Funkce regulátoru spočívá v redukci vysokého tlaku plynu na optimální hodnotu. Nachází se v motorovém prostoru, kde je napojen na chladicí okruh, z něhož odebírá teplo.

U vozidel s centrálním směřováním:

Krokový motorek

Řídí množství dodávaného plynu do směšovače na základě signálu z řídicí jednotky v optimálních režimech výkonu motoru a spotřeby paliva.

Směšovač

V tomto prvku dochází ke smíchávání vzduchu a zemního plynu, čímž dochází k tvorbě zápalné směsi. Funkce je obdobná jako karburátor u klasických benzínových motorů.

U vozidel s přímým vstřikováním:

Elektronické vstřikovače

Slouží k řízení vstřikování plynu do sacího potrubí jednotlivých válců. Toto vstřikování probíhá pro každý válec zvlášť, tzv. sekvenčně.

Palivová lišta

Jedná se o součást vstřikovačů, určenou pro přívod plynu od regulátoru do samotných vstřikovačů.

Elektronická řídící jednotka

Jedná se o nezbytnou součástku určenou pro správný provoz vozidla poháněného zemním plynem. Spoluprací s benzínovou řídící jednotkou určuje dávkování plynu v závislosti na signálech z motoru dle režimů jízdy.

Plyn/benzín přepínač

Součástí tohoto přepínače je zároveň ukazatel množství plynu v nádrži. Pokud se přepne spínač z dodávky benzínu na plyn, okamžitě dojde k uzavření přívodu benzínu a následné zahájení dodávky plynu z regulátoru, čímž se v závislosti na údajích z lambda sondy zapíná regulace plynu. Přepínač je nejčastěji umístěn v prostoru palubní desky, tak aby se nacházel v zorném poli řidiče.

Katalyzátor s lambda sondou

Na základě analýzy výfukových plynů prováděných lambda sondou řídící jednotka provádí dávkování paliva.

3.5 Výhody NGV

Ve srovnání s vozidly poháněnými jinými ropnými palivy mají NGV nižší náklady na údržbu, jelikož například absencí olova, či benzenu je vyloučeno znečištění zapalovacích svíček. Čistotou tohoto paliva rovněž nevznikají karbonové usazeniny, což má za důsledek prodloužení životnosti motorového oleje a motoru samotného. Vysoké oktanové číslo zemního plynu zvyšuje antidetonační schopnost, čímž se zvyšuje odolnost vůči klepání motoru a umožňuje tak pracovat motoru při výrazném ochuzení palivové směsi. Oproti vznětovým motorům je také podstatným rozdílem snížení hlučnosti motoru. Palivové systémy jsou zcela uzavřené, čímž je zabráněno odpařování a dalším nežádoucím únikům. Díky vysoké teplotě vznícení a malé hořlavosti je méně pravděpodobné samovznícení v extrémních případech, což společně s předepsanými pravidelnými revizemi plynových zařízení znamená podstatné zvýšení bezpečnosti.

Ekologie

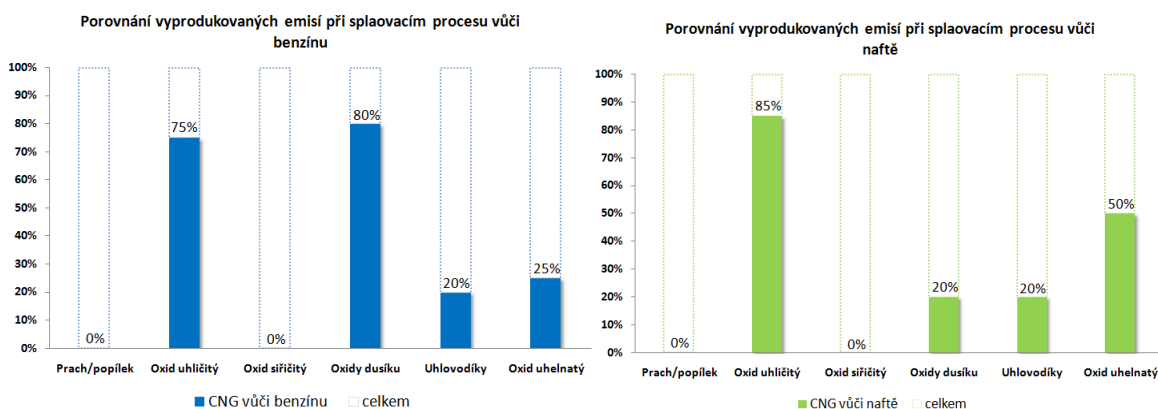
Ve srovnání s automobily poháněnými klasickými ropnými palivy, NGV vyprodukují výrazně méně škodlivých a toxických látek. Jednou z těchto látek je i CO₂, neboli oxid uhličitý. Jedná se o plyn vyrobený v procesu hoření (oxidace) jakéhokoliv druhu uhlovodíku (benzín, nafta, petrolej, LPG, methan atd.). Chemicky dokonalé

spalování uhlovodíků by mělo vyprodukovat pouze CO_2 a H_2O (vodní pára), z čehož je zřejmé, že množství oxidu uhličitého vzniklého při tomto spalování je přímo úměrné množství atomů uhlíku obsažených v molekule pohonné hmoty. Jelikož je zemní plyn složen především z methanu (CH_4), tedy pouze jednoho atomu uhlíku, zatímco běžné složení motorové nafty se pohybuje v rozmezí C_9H_{20} až $\text{C}_{16}\text{H}_{34}$, benzínu od C_5H_{12} do C_8H_{18} a LPG je směs propanu C_3H_8 s butanem C_4H_{10} , je patrné, že množství emisí CO_2 vyprodukované motory na zemní plyn je daleko nižší než je tomu u motorů spalujících naftu, benzín, LPG, či jiné paliva zážehových motorů.

Mezi další nejvýraznější ekologické výhody, kromě již zmíněného snížení emisí CO_2 , bezesporu patří:

- Snížení emisí oxidu dusíku NO_x ,
- Snížení emisí oxidu uhelnatého CO ,
- Výrazná eliminace pevných částic a oxidu siřičitého SO_2 ,
- Výrazná eliminace nemetanových uhlovodíků (NMHC), arenů a alkenů,
- Při plnění vozidel nedochází k odpařování paliva,
- Nemožnost kontaminace půdy při úniku paliva,
- Snížení tvorby ozónu v atmosféře,
- Výrazně nižší úroveň hluku aj.,

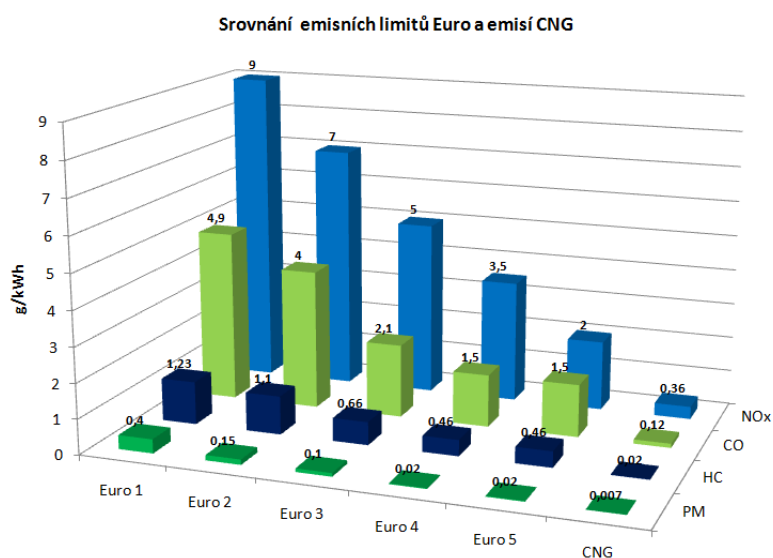
Procentuální vyjádření vyprodukovaných emisí CNG vůči benzínu a naftě uvádí následující Obr. 3.1:



Obr. 3.1 Grafické vyjádření eliminace vyprodukovaných emisí při spalování CNG, přičemž hranici 100% představuje hodnota vyprodukovaných emisí benzínu, příp. nafty
[zdroj: RWE]

Eliminace takovýchto emisních látek zároveň umožňuje bezproblémové plnění evropských emisních standardů. Ty definují přípustné limity emisí výfukových plynů prodávaných v členských státech Evropské unie. První normou byla EURO 1 uvedená v roce 1993. Postupem času se však normy nekompromisně zpříšňovaly až k současné normě EURO 5, která vstoupila v platnost v září roku 2009 a platí doposud.

Přehled limitních hodnot EURO uvedených v g/kWh pro osobní automobily do 3,5 t vůči skutečně vyprodukovaným emisím v důsledku spalování CNG prezentuje následující Graf:



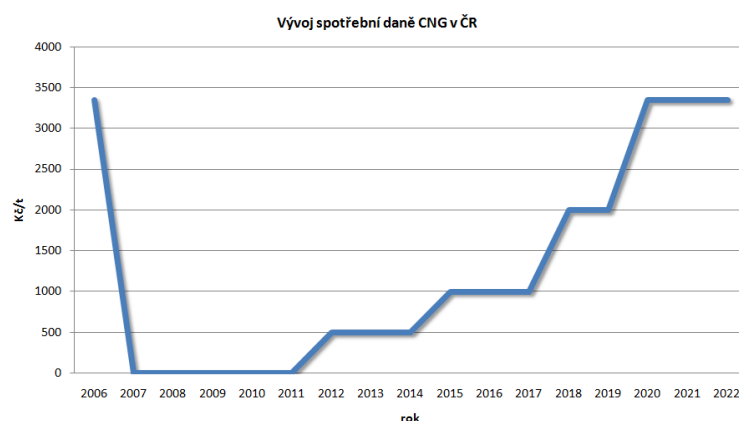
*Obr. 3.2 Graf srovnávající emisní limity Euro a skutečně vyprodukované emise CNG
[zdroj: Vítkovice Cylinders, a.s.]*

Nejenže motory spalující CNG zcela bezproblémově tyto mezní hodnoty splňují, ale zároveň jsou svou šetrností k životnímu prostředí připraveny splňovat nejprísnější emisní normu EEV (Enhanced Environmental friendly Vehicles), která zavazuje produkovat téměř o 35% méně pevných částic, než dovoluje norma Euro 5. Jedná se sice pouze o dobrovolné doporučení, avšak s rostoucím počtem nízkoemisních zón se jeho plnění stává mnohem více žádoucí.

Ekonomika

Využití CNG pro pohon vozidel umožňuje snížit náklady na pohonné hmoty o téměř 50%. Cena stlačeného zemního plynu je tedy pro spotřebitele zcela nejvýraznější výhodou toho paliva. Svou roli v tomto ohledu hraje stabilizace výše spotřební daně pro CNG nejvýše na hodnotu minimální spotřební daně stanovené směrnicemi EU určené do roku 2020. Do roku 2012 je tato daň v ČR nulová, přičemž dále, jak uvádí *Obr. 3.3*, se

počítá s jejím pozvolným nárůstem na konečných 3,4 Kč/kg v roce 2020, což je v porovnání se současnou hodnotou spotřební daně benzínu 12,84 Kč/l, či dokonce jejím uvažovaným zvýšením, stále výrazně nižší hodnota. Od 1. ledna roku 2009 zároveň platí nulová silniční daň pro NGV. Jako příklad ekonomické výhodnosti může být uveden automobil Škoda Octavia 1.6 MPi 75 kW s průměrnou spotřebou benzínu 7 l na 100 km při ceně 32 Kč/l, jsou náklady na 1 km jízdy 2,38 Kč. Po přestavbě motoru na CNG průměrná spotřeba činí 5,29 kg na 100 km, a při ceně zemního plynu 23,4 Kč/kg tak tyto náklady klesnou na 1,24 Kč. Průměrná počáteční investice do přestavby automobilu pohybující se okolo 60 000 Kč při ročním ujetí 20 000 km se tedy zcela navrátí do necelých 3 let a po této době začne výrazné šetření nákladů spojených s pohonnými hmotami.



Obr. 3.3 Vývoj spotřební daně CNG

3.6 Nevýhody NGV

Stlačený zemní plyn má také své nevýhody. Je to především nutnost většího prostoru pro uchovávání paliva oproti vozidlům poháněným naftou, nebo benzínem. Z tohoto důvodu se palivové nádrže pro CNG ve většině případů umísťují do kufru automobilů, čímž se však výrazně snižuje zavazadlový prostor. Další možností je montáž těchto nádrží na střechu, která se využívá především u autobusů. Pokud se jedná o automobil vyrobený přímo pro pohon CNG jsou nejčastěji nádrže instalovány pod tělem vozidla, čímž částečně problém s úbytkem prostoru odpadá. Mezi další provozní nevýhody NGV patří také menší dojezd automobilů využívající CNG ve srovnání s automobily poháněnými klasickými ropnými palivy. Průměrný dojezd osobního automobilu upraveného na provoz CNG se v současné době pohybuje mezi 200-250 km při spalování pouze tohoto paliva.

3.7 Legislativa NGV

Provoz NGV je omezen řadou standardů, norem, směrnic a jiných nařízení. Pro snazší orientaci jsou zde vybrány pouze ty nejdůležitější z nich. Evropská hospodářská komise OSN (UNECE) sdružující 56 států z EU, jihovýchodní Evropy, Společenství nezávislých národů a severní Ameriky, prostřednictvím své Pracovní skupiny pro technickou harmonizaci a standardizaci vydává řadu doporučení, která nejsou závazná, avšak jsou aplikovaná všemi členskými státy UNECE. V případě NGV se jedná o následující ujednání:

- UN ECE R49 – jednotná ustanovení schvalování vznětových motorů, motorů na zemní plyn a LPG, včetně emisí znečišťujících látek,
- UN ECE 110 – jednotná ustanovení týkající se schvalování:
 - I. Specifických součástí motorových vozidel používajících CNG pro svůj pohon
 - II. Vozidel z hlediska montáže schválených typů součástí pro pohon CNG
- UN ECE R115 – jednotná ustanovení týkající se schvalování:
 - II. Specifických systémů na CNG určených k dodatečné montáži do motorových vozidel umožňující použití CNG v pohonné soustavě.

Veškeré tyto směrnice jsou volně dostupné v anglickém, francouzském a ruském jazyce na webových stránkách UNECE.

Mezinárodní organizace pro normalizaci (ISO), která je světovou federací národních normalizačních organizací vydává mezinárodní normy, které musí dané komponenty splňovat:

- ISO 11439:2000 – Plynové lahve - vysokotlaké láhve na skladování zemního plynu jako paliva pro automobily
- ISO 19078:2006 – Plynové láhve – kontrola instalovaných láhví a opětovná kontrola těchto láhví používaných pro skladování zemního plynu jako paliva pro automobily
- ISO 15403:2006 – Zemní plyn používaná jako stlačené palivo pro motorová vozidla, část 1 a 2

- Soubor norem podvýboru TC22/SC 25 – Silniční vozidla na plyn
 - Normy zabývající se plnicími koncovkami a komponenty palivového systému NGV

Tyto veškeré mezinárodní normy jsou rovněž dostupné na webových stránkách ISO, avšak na rozdíl od UNECE jsou zpoplatněny.

Evropský výbor pro normalizace (CEN) vydává evropské normy včetně:

- Soubor norem podvýboru CEN/TC326 – Zásobování plynu pro NGV
 - Normy zabývající se palivovým systémem NGV a plnicími stanicemi pro NGV.
 - Tyto normy byly základem pro TDG 304 02 a TDG 982 02

V České republice se tvorbou normativních dokumentů v oblasti zemního plynu zabývá Technická sekce Českého plynárenského svazu (ČPS), která vydává TPG (Technická pravidla), TDG (Technická doporučení) a TDI (Technické instrukce). Provozu NGV řeší:

- TDG 982 01 – Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG
- TDG 982 02 – Plnicí stanice stlačeného zemního plynu pro motorová vozidla
- TDG 982 03 – Plnicí zařízení pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG

Nejspornější legislativní oblastí v ČR je parkování NGV v hromadných veřejných podzemních garážích. Česká republika je totiž doposud jedinou evropskou zemí, která nenařizuje žádné speciální označování CNG automobilů, ale parkování ve výše uvedených garážích neumožňuje. V prosinci roku 2010 bylo ukončeno meziresortní připomínkové řízení novelizace vyhlášky č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, která by měla od měsíce května letošního roku umožnit parkování NGV ve všech typech garáží. V soukromých, nadzemních a otevřených garážích je parkování NGV povoleno již nyní.

4. CNG na letišti

Přestože se již před necelými 25 lety možnosti aplikace zemního plynu v letectví začala zabývat tehdejší ještě sovětská letecká a zbrojařská společnost OKB Tupolev vývojem letounu TU-155 spalujícím zkapalněný zemní plyn, pohon letounů alternativními palivy je stále otázkou budoucnosti. V současné době je tak využitelnost zemního plynu v letecké dopravě omezena pouze na uplatnění v rámci provozu letiště. Každé letiště totiž pro svůj provoz nezbytně potřebuje mnoho nejrůznějších vozidel určených jak k běžným, tak i zcela specifickým účelům. Obsluha všech těchto zařízení v celkovém měřítku vyžaduje nemalé investice, a to především do pohonných hmot. Výrazným přínosem ke snížení těchto nákladů by zcela určitě mělo vést využití CNG jakožto výrazně levnějšího paliva. Pokud jsou brány v úvahu navíc i ekologické výhody tohoto způsobu pohonu, jenž by značně ovlivnily mimo jiné produkci CO₂, kterého provoz letiště vyprodukuje až 5% z celkového objemu emisí letecké dopravy, jeví se využití CNG jako velice výhodné řešení. Není proto divu, že se tímto směrem vydalo již několik mezinárodních letišť a handlingových společností po celém světě. Zatímco některé příklady ze zahraničí uvádí následující kapitola 5, případným využitím CNG pro provoz menšího, spíše regionálního letiště v České republice se zabývá kapitola 6.

5. Příklady řešení problematiky v zahraničí

Počet letišť využívajících CNG se s neustálým rozvojem tohoto paliva v poslední době stále zvyšuje. Jako příklady jsou v této kapitole uvedeny některé konkrétní evropské projekty v Německu, Švýcarsku, či Španělsku. Také ve Francii však využívá mezinárodní handlingová společnost Aviapartner výhod CNG, stejně tak jako několik letišť v Itálii. Manipulační techniku představující vysokozdvizné vozíky, tahací traktory pro odbavení zavazadel, či push-backy spalující CNG se pro svůj provoz rozhodlo využít také letiště Changi v Singapuru. Za příznivých podmínek je zde plánováno nahrazení NGV až 1 000 všech nyní dieslových modelů. Rovněž ve Spojených státech amerických je provoz NGV v letištním provozu velice oblíben. Přestože nejčastěji se CNG využívá pro provoz tzv. „Shuttle Busses“, zabezpečujících spojení mezi letištěm a centrem města, za zmínku stojí Los Angeles International Airport (64 tahacích traktorů, 176 osobních a nákladních automobilů, 3 popelářské vozy), Boston Logan International Airport (32 tranzitních autobusů, 44 osobních a nákladních automobilů), nebo Denver International Airport (140 tahacích traktorů, 250 autobusů, osobních a nákladních automobilů včetně dalších 91 pronajatých).

5.1 Letiště Hamburg - Fuhlsbüttel

Velice aktivní zemí v oblasti zavádění CNG do provozu letiště je Německo. Typickým příkladem je především vysoce ekologicky šetrné mezinárodní letiště Hamburg – Fuhlsbüttel. Veškeré zavazadlové tahače jsou poháněny stlačeným zemním plynem, což dokáže ušetřit až 175 t CO₂ ročně. Tento projekt započal v roce 2005 nákupem 25 takovýchto tahačů, přičemž současný počet je již 42 vozidel, které díky svému motoru na CNG produkují velmi malé znečištění ovzduší, což zároveň umožňuje bezproblémový provoz v zavazadlovém suterénu letiště Hamburg. Jedná se o tahací traktory řady Comet 4 vyráběné německou firmou Mulag Fahrzeugwerk. Všechny vodou chlazené, čtyřválcové motory Iveco Sofim S30 ENTG zavazadlových tahačů s výkonem 90 kW a průměrnou spotřebou 2,63 kg/h jsou v provozu téměř 71 000 hodin ročně. Vozidla jsou vybavena čtyřmi 80 l lahvemi CNG. Dalšími z ekologických dopravních prostředků jsou 4 nízkopodlažní dvanácti-metrové, 80 místné autobusy Solaris poháněné CNG sloužící pro transport cestujících. Každý z nich najede průměrně až 120 000 km ročně. Další 4 autobusy jsou plánovány uvést do provozu během letošního roku. Pro provoz všech

těchto vozidel je v areálu letiště umístěna vlastní plnicí stanice, která byla nedávno v důsledku zvýšení provozu NGV přebudována tak, aby pomocí dvou zcela nezávislých kompresorů bylo umožněno například plnění autobusu i tahače zároveň. Rovněž ve veřejném sektoru letiště je umístěna plnicí stanice CNG sloužící především veřejnosti, ale také jako náhradní řešení v případě poruchy letištní plnicí stanice.



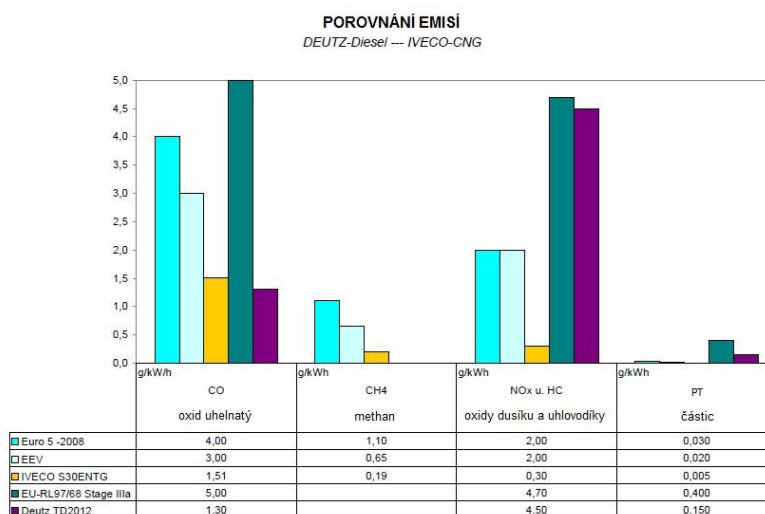
Obr. 5.1 Comet 4 CNG
[zdroj: www.ngvaeurope.eu]



Obr. 5.2 Comet 4 CNG
[zdroj: www.ngvaeurope.eu]

5.2 Letiště Curych

Stejně jako letiště v Hamburgu provozuje tahací traktory Comet 4 CNG rovněž švýcarská mezinárodní handlingová společnost Swissport International Ltd. pro odbavení zavazadel na letišti v Curychu. Jedná se o 9 těchto ekologických vozidel, splňujících nejprísnější normy Euro 5, EEV a EU RL 97/68 část 3A. Porovnání emisí CNG motoru Iveco S30 ENTG traktoru Comet 4 CNG a ekvivalentního naftového Deutz TD2012 ve srovnání s hodnotami zmíněných norem uvádím v následujícím grafu, ze kterého je patrná zcela výrazná ekologická výhodnost motoru poháněného stlačeným zemním plynem.



Obr. 5.3 Porovnání emisí: Deutz/Iveco

5.3 Letiště Franze Josefa Strausse v Mnichově

Snaha o ochranu životního prostředí je velice patrná i na Letišti Franze Josefa Strausse v Mnichově. Toto druhé největší letiště v Německu se vyznačuje celou řadou nejrozličnějších ekologických aktivit. V oblasti pohonných hmot se však vydalo spíše zcela ojedinělým směrem využívání vodíku. Ten je vyráběn metodou nazývanou se parní reformace, která využívá právě zemní plyn jako zdroj methanu pro endotermickou reakci⁴ s vodní párou. Zemní plyn ve své stlačené podobě (CNG) je využíván pouze pro 6 osobních automobilů. Jedná se o vozidla: Volkswagen Touran 1,4 EcoFuel CNG, dva Volkswagen Passat Variant 1,4 TSI CNG, Opel Combo Combi 1,6 CNG a dva vozy Opel Zafira 1,6 CNG. Tyto automobily jsou využívány různými způsoby. VW Passat slouží například jako tzv. „Poor car“, který je možno pro on-line rezervaci využít pro cestování. Opel Combo je využíván techniky pro řadu údržbářských prací. V plánu dalších nákupů NGV je automobil Opel Combo a Opel Zafira. Využití CNG i pro technická zařízení potřebná pro odbavení letadel a provoz letiště brání absence plnicí stanice na odbavovací ploše.

5.4 Letiště Madrid Barajas

Rovněž španělská státní organizace AENA (Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea), která se zabývá provozem největších španělských letišť a řízením letového provozu, se rozhodla vydat cestou využívání CNG na letišti. V roce 2005 tak vznikl projekt s názvem Aergas, který má za úkol snižování úrovně emisí vyprodukovaných vozidly, či různými technickými prostředky pracujícími uvnitř mezinárodního letiště Madrid Barajas, a zároveň návrh a vývoj nových handlingových zařízení pracujících pouze na CNG. Projekt Aergas byl schválen Ministerstvem průmyslu, obchodu a cestovního ruchu Španělska a byla mu udělena dotace ve výši 800 000 €, což představuje 75% rozpočtu tohoto projektu. Hlavními partnery podílejícími se na spolupráci projektu Aergas jsou:

- Avia Ingenierí y Diseaño, S.L., která má na starosti návrh a vývoj veškerého CNG letištního zařízení,
- Iveco S.p.A, vyvíjející CNG motory schválené jako EEV pro vyvíjené handlingová zařízení,

⁴ Endotermická rovnice: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2$

- Gas Natural SDG, S.A., významný španělský dodavatel zemního plynu a zároveň výrobce plynících stanic na letišti Madrid Barajas,
- TEM Gorris, S.A., společnost specializující se na výrobu a údržbu vozidel sloužící pro manipulaci na letištích, vyrábí a montuje zařízení projektu Aergas,
- IDAE, Státní ústav pro diverzifikaci a úsporu energie, řešící především propagační a investiční programy,

Studie na letišti Madrid Barajas provedená společností AENA zjistila, že největšími znečišťovateli NO_x , CO a PM jsou: pozemních letištní zdroj (více než 50%), autobus sloužící pro odbavení cestujících (8-14%), tahací traktor pro manipulaci se zavazadly (5-10%) a tahače letadel (5-9%). Ostatní technika jako vlečné schody, či pásové dopravníky jsou zanedbatelné. Z tohoto důvodu se projekt Aergas zaměřil na využití CNG u výše zmíněných zařízení, jejichž detailnější parametry jsou uvedeny níže.

Informace o projektu Aergas jenž jsou zmiňovány v této kapitole, byly konzultovány přímo s AENA. Některé oficiální prohlášení jsou uvedeny v příloze II. *Vyjádření AENA k projektu Aergas.*

GPU TG-4120 CNG Houchin

Jedná se o pozemní letištní zdroj s motorem IVECO F4BE0641A TECTOR v souladu s normou pro označení EEV o výkonu 147 kW a 2 700 ot/min. Palivo je obsaženo v 5 lahvích o objemu 140 l, celkem tedy 700 l CNG o tlaku 200 bar, což postačuje až pro 8 hodin práce. Rozsah napětí 3 fázové soustavy je 115/200 V, při frekvenci 400 Hz. Nejdůležitějším parametrem tohoto GPU je však produkce NO_x . Zatímco současné dieslové letištní pozemní zdroje vyprodukují během 8 hodin své činnosti až 12 kg oxidu dusíku, toto zařízení spalující CNG ho vyprodukuje pouze 0,58 kg, tj. o výrazných 95,2% méně.



Obr. 5.4 GPU TG41-20 CNG Houchin[zdroj: www.temg.es]

Tahací traktor pro zavazadla TG-5006 CNG

Rovněž toto zařízení sloužící pro manipulaci se zavazadly při odbavení letadel splňuje podmínky označení EEV. Vybaveno je motorem IVECO 8149,03 SOFIM CNG, který disponuje výkonem 65 kW. Hmotnost traktoru v provozním stavu je 5 617 kg a maximální rychlost 25 km/h. Celkový objem 220 l CNG sloužícího jako palivo motoru je rozdělen do jedné 80 l láhve a dvou lahví o objemu 70 l při tlaku 200 bar. Tažná síla vozidla je 27,3 kN.



Obr. 5.5 Tahací traktor TG-5006 CNG [zdroj: www.temg.es]

Push Back TG-5016 CNG

Tento traktor sloužící pro tažení letadel obsahuje stejně jako pozemní zdroj TG-4120 CNG Houchin motor IVECO F4BE0641A TECTR o výkonu 147 kW. Samozřejmostí je tedy také jeho označení jako EEV. Vybaven je 6 lahvemi CNG o objemu 80 l při tlaku 200 bar, což mu umožňuje 8 hodin provozu bez potřeby doplnění paliva. Tažná síla traktoru je 72,7 kN. Hydraulická převodovka POCLAIN MS 11 4x4 umožňuje dva převodní stupně s maximálními rychlostmi 12 km/h a 25 km/h. Poloměr otáčení tahacího traktoru je 6018 mm.



Obr. 5.6 Push Back 5016 CNG [zdroj: www.temg.es]

Kromě těchto výše popsaných zařízení využívají CNG na letišti Barajas pro svůj pohon také autobusy a nákladní automobily Iveco a automobily značky Fiat: Fiat Doblo Cargo, Fiat Doblo Panorama a Fiat Multipla.

6. Letiště Ostrava - Mošnov

Vzhledem ke kladným zkušenostem s aplikací CNG na mezinárodních letištích v zahraničí jsem se rozhodl zpracovat studii využití tohoto paliva na mezinárodním letišti v Ostravě Mošnově. V porovnání s výše uvedenými letišti, kde se již investice do vybudování základny vozidel poháněných CNG osvědčila, se jedná o letiště s daleko menším provozem. Pohyb letadel za rok 2010 činil necelých 14 800 a počet přepravených cestujících 280 000 v téže roce. Z tohoto důvodu tedy i počet všech vozidel potřebných především pro odbavení letadel je výrazně menší, z čehož vyplývá značně nižší spotřeba pohonných hmot. Vozový park letiště Ostrava čítá 96 vozidel nejrůznějšího využití. Jedná se jak o klasické osobní automobily, nákladní automobily, vysokozdvížné vozíky, traktory, či autobusy, tak o specifická zařízení uplatňující se pouze pro provoz letiště. Příkladem takovýchto zařízení mohou být odmrazovače, vlečné schody, technika pro zimní údržbu vzletové a přistávací dráhy, pozemní letištní zdroje aj. Přibližně dvaceti dalšími vozidly disponuje Záchranná a požární služba letiště. Jedná se především o zásahovou techniku připravenou pro případy leteckých nehod, záchrany lidských životů, či jiných mimořádných situací. Mezi tyto vozidla patří například zásahové automobily Panther 6x6 CA5 ECE a Mercedes-Benz Buffalo 3, kontejnerový nosič Mercedes-Benz Actros 2644 6x4, hydraulická teleskopická vysokozdvížná plošina Bronto Skylift F 32RLX, sanitární vozy Ford Transit CL, rychlý zásahový automobil Nissan Patrol, malý chemický automobil Mercedes-Benz Sprinter aj. Z důvodu vysoce specifické činnosti a především minimální spotřeby paliva díky ojedinělým zásahům je však technika Záchranné a požární služby pro využití CNG zcela nevhodná.

Na provoz veškerých těchto svých vozidel a techniky spotřebovalo ostravské letiště v uplynulém roce přes 90 000 l pohonných hmot. Výhradně motorové nafty, která je využívána téměř pro všechny dopravní a technické prostředky. Benzín jako palivo je využíván například pouze pro 4 vlečné schody, follow me automobil Škoda Fabia, 3 vozy Peugeot 107, malotraktor UNI MT8, značkový stroj aj. Tyto vozy však tvoří oproti naftě pouze nepatrné množství celkové spotřeby pohonných hmot. Tato situace je z hlediska využití CNG značně komplikovaná, jelikož, jak již bylo zmíněno v předchozích kapitolách, přestavba vznětového motoru spalujícího naftu je značně nevýhodná a těžce proveditelná. Pokud by tedy pro aplikaci CNG byla brána v úvahu pouze přestavbu zážehových motorů, jednalo by se, vzhledem k jejich malému počtu a především k malým spotřebám paliva vozidel využívajících tyto motory, o projekt jistě výrazně neekonomický. Z tohoto důvodu se jeví

výhodněji zvolit přímo cestu nákupu NGV, případně nahrazení celých stávajících vznětových motorů motory využívající pro svůj pohon CNG. Důležitým parametrem tohoto způsobu jsou cenové náklady spojené s celým procesem výměny motorů. Aby se investice do takového projektu vrátila v co možná nejkratším termínu a úspora pohonných hmot, která je bezesporu hlavním cílem, byla výrazná, je vhodné zvolit takové dopravní či technické prostředky, které vykazují výraznou spotřebu pohonných hmot. Vytipovány pro tyto účely proto byly pozemní zdroj Houchin D690, startovací agregát PLZ 90 a PLZ 100, odmrazovač Global 800 TAP a sněhový zametač Schmitz TSJ-C 560. Odlišné možnosti nabízí kategorie osobních a užitkových automobilů. Vzhledem k jejich sériové výrobě a dostatečnému výběru takovýchto NGV na českém trhu, se v případě využívání CNG jeví nejlépe možnost nákupu rovnou nových automobilů, bez nutnosti nějakých přestaveb, či nahrazování stávajících motorů.

6.1 Provozní technika

Jedná se o vozidla a technické prostředky zabezpečující především odbavení letadel a údržbu veškerých provozních ploch letiště, včetně vzletové a přistávací dráhy. Řada z nich ovšem nemá spotřebu pohonných hmot nikterak výraznou, z tohoto důvodu je v této kapitole zmiňována pouze již výše uvedená technika s vysokou spotřebou. Jelikož trh s takovými letištními zařízeními stále ještě nedisponuje sériově vyráběnou technikou podporující CNG a v ojedinělých případech jako je projekt Aergas v Madridu se jedná pouze o několik prostředků vyráběných za účelem právě tohoto projektu, přičemž navíc jejich cena bohužel není uváděna, jedinou možností jak v současné době využít CNG pro provoz takovéto techniky je přebudování současných zařízení. Provedena bude tedy jakási hypotetická analýza, která má za úkol zjistit finanční úspory pohonných hmot takovou přestavbou. Ve spolupráci se společností Vítkovice Doprava a.s. byly vytipovány motory podporující spalování CNG a odhadnuta velikost nákladů do této přestavby. Ve všech případech se jedná o elektronicky řízené, čtyřdobé, zážehové, šestiválcové motory o objemu 11,946 dm³ výrobce Tedom a.s., které jsou poháněné zemním plynem. Všechny zároveň splňují emisní limity Euro 5 a standard EEV. Nutné je však zmínit, že zohledňovány jsou pouze základní technické parametry motorů, zatímco až na základě výsledků této studie by byla dále zjišťována podrobná technická proveditelnost zamýšleného nahrazování motorů, včetně vytipování umístění tlakových lahví s CNG. Technické parametry a ceny motorů jsou čerpány z aktuálních katalogů výrobců Deutz a Tedom. Způsob přepočtu spotřeby paliva

na požadované jednotky je uveden v poznámce u GPU Houchin D690 č.1. V případě dalších zařízení je pak postupováno zcela stejným způsobem. Ceny ropných pohonných hmot vychází z průměrné prodejní ceny v ČR, uváděné společností CCS, s.r.o. ke dni 3. dubna 2011. Cena CNG je rovněž aktuální hodnota k témuž dni, za kterou je společností Vítkovice Doprava, a.s. prodáváno CNG plnicí stanicí na ulici Ruská v Ostravě Vítkovicích. Roční náklady na pohonné hmoty tak odpovídají součinu ceny PHM a celkové roční hodnoty motohodin zmíněných zařízení v roce 2010, které uvádí následující tabulka:

Zařízení	Motohodin
Houchin D690 č.1	981
Houchin D690 č.2	283
PLZ 100	148
De-icer Global	61,5

Tab. 6.1

Hodnota investice do přestavby zahrnuje jak pořizovací cenu⁵ samotného motoru včetně DPH, tak náklady spojené s touto výměnou a veškerého technického dovybavení, jejichž hodnota je odhadovaná společností Vítkovice Doprava, a.s. na 60 000 Kč za kus. Tato částka je však závislá na specifickém technickém řešení původních strojů, či potřebném počtu zaměstnanců spojených s tímto projektem a může se tak ve výsledku lišit. Celková cena, se kterou je dále počítáno, tak po zaokrouhlení činí 700 000 Kč v případě každého uváděného stroje.

Společnost Vítkovice Doprava, a.s. poskytuje na celý proces výměny, či přestavby motorů záruční dobu danou obchodní smlouvou, čímž mimo jiné garantuje servis těchto pohonných zařízení v následujících letech a odpadá tak obava jak řešit případnou poruchu.

Houchin D690

Pozemní letištní zdroj Houchin D690 výrobce Aerospace LTD je zcela nezávislý zdroj elektrické energie, určený pro napájení letadel během odbavovacího procesu na letišti. Napájení je možné provádět buďto stejnosměrným napětím 28 V, nebo napětím střídavým 3x200/115V při frekvenci 400Hz. Zdrojem energie je bezkontaktní třífázový alternátor, který pracuje s výstupem AC 400Hz 200V při 2 400 ot./min. Alternátor je přímo spojený s dieslovým šestiválcovým motorem DEUTZ BF 6L 913 C. Výstup 28V DC se transformuje a usměrňuje přímo při výstupu z alternátoru zařízením TRU z 200V/400Hz. Kompletní zdroj je uložen na ocelovém nosném rámu. Celý agregát je krytý dvěma přes sebe posunovatelnými

⁵ Cena přepočtena aktuálním kurzem CZK/EUR ke dni 16. dubna 2011= 24,21

kryty. Provozní omezení z hlediska klimatických podmínek není výrobcem uvedeno, řídí se tedy pouze §7 dokumentem IATA AHM910. Bezpečnostní požadavky a opatření na zařízení GPU jsou stanoveny dle ČSN EN 12312. Houchin D690 je na ostravském letišti provozován v množství 2 kusů, označovaných jako č.1 a č.2.

Motor nyní v provozu:

DEUTZ BF 6L 913 C

Zdvihový objem: 6,128 dm³

Vrtání/zdvih: 102/125 mm

Výkon: 128 kW (při 2 400 ot./min)

Měrná spotřeba: 205 g/kWh

Váha: 540 kg

Rozměry: 1 137 x 876 x 714 mm

Alternativní CNG motor:

TEDOM TG 180 AV NX EEV

Zdvihový objem: 11, 946 dm³

Vrtání/zdvih: 130/150 mm

Výkon: 180 kW (při 2 200 ot./min)

Měrná spotřeba: 204 g/kWh

Váha: 900 kg

Rozměry: 1 352 x 1 248 x 736 mm

Cena: 26 400,- EUR

Efektivnost ekologické investice:

Houchin D690 č.1:

	DEUTZ	TEDOM
Spotřeba paliva na 1 h:	31,43 l	36,72 ⁶ kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Roční náklady PHM (981 mh)	1 042 458 Kč	842 922 Kč

Tab. 6.2

Houchin D690 č.2:

	DEUTZ	TEDOM
Spotřeba paliva na 1 h:	31,43 l	36,72 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Roční náklady PHM (283 mh)	300 729 Kč	243 167 Kč

Tab. 6.3



Obr. 6.1 Houchin D690

⁶ Hmotnostní časová spotřeba = [Výkon motoru] · [měrná spotřeba] · 10⁻³ = 180 kW · 204 g/kWh · 10⁻³ = 36,72 kg/h

PLZ 100SA

Pozemní letištní zdroj PLZ-100SA je rovněž nezávislým zdrojem elektrické energie, který byl vyroben v roce 1998 společností ČKD Praha Energo, a.s. Zdroj umožňuje současně napájení stejnosměrným napětím 28V a střídavým napětím 3x200/115V 400Hz. Zdrojem energie je synchronní generátor ROM 410D, který je přímo spojený s dieslovým DEUTZ BF 6M 1013 C. Regulace elektrických a mechanických veličin, diagnostiku a ovládání zdroje zajišťuje mikroprocesorový regulátor. Provozní omezení je definováno výrobcem (teplota okolí: -30 °C až 50 °C, nadmořská výška: do 1 000 m, relativní vlhkost vzduchu: do 95%). Kapacita nádrže pohonných hmot je 200 l, přičemž plnicí hrdlo je umístěno uprostřed pravé strany zdroje.

Motor nyní v provozu:

DEUTZ BF 6M 1013 C

Zdvihový objem: 7,14 dm³

Vrtání/zdvih: 108/130 mm

Výkon: 170 kW (při 2 300 ot./min)

Měrná spotřeba: 195 g/kWh

Váha: 702 kg

Rozměry: 1 158 x 845 x 760 mm

Alternativní CNG motor:

TEDOM TG 180 AV NX EEV

Zdvihový objem: 11,946 dm³

Vrtání/zdvih: 130/150 mm

Výkon: 180 kW (při 2 200 ot./min)

Měrná spotřeba: 204 g/kWh

Váha: 900 kg

Rozměry: 1 352 x 1 248 x 736 mm

Cena: 26 400,- EUR

Efektivnost ekologické investice:

	DEUTZ	TEDOM
Spotřeba paliva na 1 h:	39,70 l	36,72 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	23,40 Kč/kg
Roční náklady PHM (148 mh)	198 654 Kč	127 169 Kč

Tab. 6.4



Obr. 6.2 PLZ 100

PLZ 90

Nezávislý samohybný zdroj elektrické energie PLZ 90 vyroben v roce 1992 společností ČKD Praha je nainstalovaný na automobilovém podvozku AVIA 31 a umožňuje napájení stejnosměrným napětím 20V, nebo střídavým napětím 3x200/115V 400Hz. Regulace jak kmitočtu, tak napětí je elektronická analogová. Tyto regulace automaticky zajišťují odpojení výstupu ze zdroje při překročení mezí výstupního napětí, nebo proudu a znemožňují poškození zdroje nevhodnou obsluhou. PLZ 90 využívá jakožto zdroj energie synchronní generátor přímo spojený s osmiválcovým, vzduchem chlazeným, vznětovým motorem Tatra 815. Z důvodu využívání tohoto již značně zastaralého motoru je jeho výměna za nový motor Tedom neuskutečnitelná a pohon tohoto GPU na CNG tak není možný.



Obr. 6.3 PLZ 90

De-icer Global 800 TAP

Odmrazovač 800 TAP vyráběný americkou společností Global je zařízení umožňující aplikaci ochranných a odmrzovacích chemických látek na letadlo. Pro odmrzovací proces („de-icing“) je využíváno vyhřívané kapaliny I. typu (glykol, voda, inhibitory koroze, smáčidla), zatímco pro ochranu před opakovaným vznikem námrazy („anti-icing“) je určena druhá oddělená nádrž s kapalinou IV. typu (stejně složení jako I. typ, navíc však látka na bázi polymerů pro zvyšování viskozity roztoku). Global odmrzovače jsou vybaveny 2 motory. První klasický je určen pro pohon samotného vozidla. Jeho spotřeba je však výrazně zanedbatelná vůči druhému, tzv. pomocnému motoru, který je zaměřen na poskytování napájení všech odmrzovacích i ochranných funkcí, včetně čerpání, míchání a topení. Jedná se o motor DEUTZ BF 6M 1013 CP o maximálním výkonu 179 kW při 2 200 ot./min.

Motor nyní v provozu:**DEUTZ BF 6M 1013 CP**Zdvihový objem: 7,14 dm³

Vrtání/zdvih: 108/130 mm

Výkon: 190 kW (při 2 300 ot./min)

Měrná spotřeba: 195 g/kWh

Váha: 702 kg

Rozměry: 1 158 x 845 x 760 mm

Alternativní CNG motor:**TEDOM TG 180 AV NX EEV**Zdvihový objem: 11,946 dm³

Vrtání/zdvih: 130/150 mm

Výkon: 180 kW (při 2 200 ot./min)

Měrná spotřeba: 204 g/kWh

Váha: 900 kg

Rozměry: 1 352 x 1 248 x 736 mm

Cena: 26 400,- EUR

Efektivnost ekologické investice:

	DEUTZ	TEDOM
Spotřeba paliva na 1 h:	44,37 l	36,72 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	23,40 Kč/kg
Roční náklady PHM (61,5 mh)	92 259 Kč	52 844 Kč

Tab. 6.5



Obr. 6.4 Global 800 TAP

Schmitz TSJ-C560

Zametač TSJ-C560 firmy Schmitz je speciálně navržený pro odklízení sněhu ze vzletových a přistávacích, či pojezdových drah letišť. Proudový kartáč je napájen pomocí automatické převodovky přední nápravou. Jedná se o kartáč hydraulicky poháněný, šířky 5 600 mm, který je během dvou minut možno nastavit z přepravní podélné polohy do polohy provozní. V zadní části stroje je umístěna fukarová jednotka s motorem a rotační kartáč. TSJ-C560 uklízí sníh z provozních ploch ve třech etapách. Nejprve sněhový pluh odtlačuje sníh na stranu, zbylý sníh je odstraňován samotným kartáčem a v závěru hydraulický

poháněný fukar generuje intenzivní průtok vzduchu pro dokonalé ošetření povrchu. Tento zametací stroj je vybaven motorem MB typu OM 501 LA o maximálním výkonu 315 kW při 1 800 ot./min, zatímco výrobce Tedom nabízí motory disponující pouze maximálním výkonem 260 kW. Tato absence výkonnějších motorů na CNG tak bohužel neumožňuje adekvátní náhradu, čímž je realizace případné výměny zcela vyloučená.

Motor nyní v provozu:

DEUTZ BF 6M 1013 CP

Zdvihový objem: 11,95 dm³

Vrtání/zdvih: 130/150 mm

Výkon: 315 kW (při 1 800 ot./min)

Měrná spotřeba: 190 g/kWh

Váha: 885 kg

Rozměry: 1 190 x 1 130 x 1 020 mm

Alternativní CNG motor:

neexistuje



Obr. 6.5 TSJ-C560

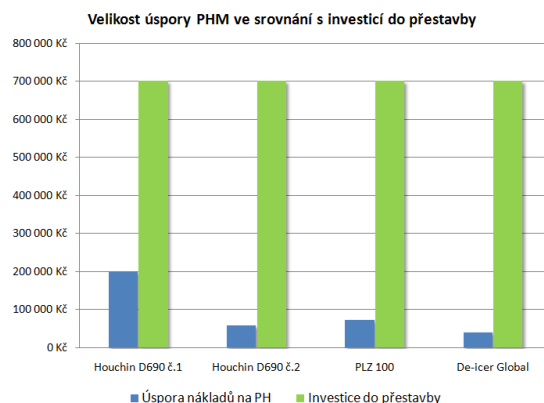
[zdroj: www.schmidt-automotive.co.uk]

Shrnutí kategorie provozní techniky

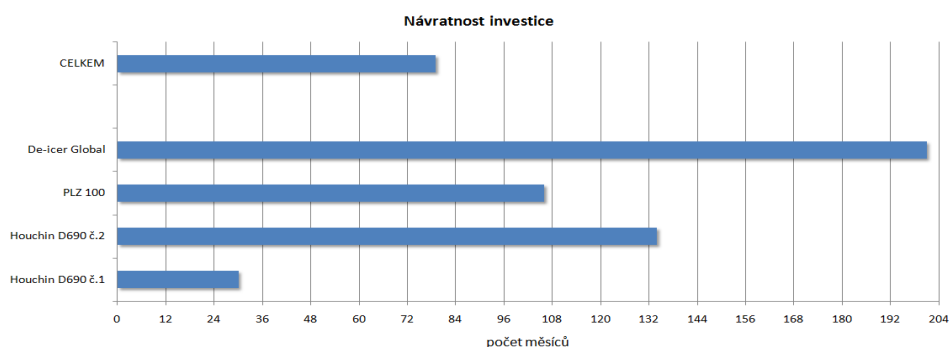
Jak výpočty u vybrané provozní techniky prokázaly, motory Tedom spalující CNG umožňují ušetřit 367 998 Kč za nákup pohonných hmot ročně. Avšak po zohlednění částky investice do přestavby se celkový pohled na takovýto projekt značně mění. Jak uvádí Tab. 6.6, vložené finanční prostředky do přestavby těchto vybraných zařízení několikanásobně převyšují úspornost CNG motorů. Průměrná odhadovaná návratnost do takovéto investice tak činí přes 6,5 let.

Zařízení	Úspora	Investice do přestavby	Rozdíl	Návratnost
	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[měsíců]
Houchin D690 č.1	199 536	700 000	- 500 464	30
Houchin D690 č.2	57 562	700 000	- 642 438	134
PLZ 100	71 485	700 000	- 628 515	106
De-icer Global	39 415	700 000	- 660 585	201
CELKEM	367 998	2 800 000	- 2 432 002	79

Tab. 6.6



Obr. 6.6 Graf – úspory PHM a velikost investice do přestavby



Obr. 6.7 Graf – návratnost investice

Vzhledem k velkému rozdílu mezi předpokládanou počáteční investicí do nahrazování CNG motorů vzhledem k ročním úsporám nákladů na PHM tak v takovémto případě mimo uvedené minimální šetření zůstává jako hlavní výhoda vysoká ekologická čistota spalování CNG.

Jako mnohem výhodnější se v kategorii technických prostředků letiště jeví investice do nákupu originálních zařízení, které jsou již od prvopočátku přizpůsobeny pro spalování CNG. Odpadají tak starosti s výběrem alternativních CNG motorů, jejich složité nahrazování a v neposlední řadě také větší nároky na servisní procesy. Bohužel však ještě stále neexistuje mnoho výrobců, kteří by se takovouto výrobou zabývali. Přesto však lze do budoucna s rostoucím zájmem o alternativní paliva, takovýto vývoj předpokládat.

6.2 Osobní automobily

Další skupinou vozidel, která by mohla využívat pro svůj pohon CNG, jsou osobní automobily. Letiště Ostrava, a.s. disponuje 29 takovýmito dopravními prostředky, které jsou určeny jak pro úseky provozu letiště, bezpečnosti, energetiky, handlingu, správy budov, tak rovněž jako firemní vozidla pro zaměstnance ekonomických profesí, sekretariátu

či ředitelství letiště. Převážně se jedná o vozidla vyrobené automobilkou Peugeot zakoupené v rozmezí měsíců duben – červen roku 2007. Seznam všech těchto i ostatních osobních automobilů včetně druhu jejich využití, roční normované spotřeby a ujetých kilometrů v roce 2010 je uveden v následující tabulce:

Typ automobilu	Ks	Zařazení	Norm. spotřeba	Ujeté km
Peugeot 607	1	Generální ředitel	3 005,53	33 897
Peugeot 407	1	Ředitel provozu	2 979,67	48 319
Peugeot 307	1	Ekonomika	1 422,74	27 014
Peugeot 207	4	Správa majetku	584,35	12 433
		Tisková mluvčí	629,19	13 387
		Vedoucí provozu	1 061,45	22 584
		Záchranná a pož. služba	700,82	14 911
Peugeot 107	3	Informační technologie	138,26	2 921
		Správa budov	177,26	3 745
		Energetika	243,39	5 142
Peugeot Partner	6	Handling	1 204,00	21 891
		Informační technologie	251,35	4 570
		Leteckoprovozní plochy	850,02	15 455
		Správa budov	517,06	9 401
		Správa budov	1 225,07	22 274
		Záchranná a pož. služba	879, 99	14 915
Peugeot Partner 4x4	3	Bezpečnost letiště	1 626,63	27 262
		Energetika	946,79	15 868
		Provoz letiště	1 011,11	16 946
Peugeot Boxer	2	Energetika	441,57	5 499
		Správa budov	709,42	8 831
Škoda Octavia combi	1	Ekonomika	1 061,46	18 093
Škoda Octavia SLX	1	Sekretariát	261,21	2 946
Škoda Fabia combi	1	Bezpečnost letiště	862,11	9 422
Škoda Fabia	2	Odbavení letadel	509,86	8 136
		Handling	307,51	4 907
Škoda Felicia pick-up	1	Leteckoprovozní polochy	neuvedeno	neuvedeno
Citroen Crosser	1	Bezpečnost letiště	1 141,83	15 157
Lada Niva	1	Energetika	343,51	3 303
CELKEM	29		25 093,16	409 229

Tab. 6.7

Z převážné části jsou vozidla tohoto seznamu vybavena vznětovými motory. Výjimku tvoří pouze automobily Peugeot 107, Škoda Fabia, Škoda Fabia combi, Škoda Octavia SLX,

Škoda Felicia pick-up a Lada Niva, které využívají benzínového pohonu. Z tohoto důvodu je přestavba stávajících motorů na motory využívající pro své spalování CNG u většiny vozidel zcela nevhodná. Navíc by bylo nutné počítat s finanční investicí do takovéto přestavby, která je odhadována okolo 60 000 Kč za jeden automobil. Jelikož se však jedná z velké části o vozidla koupená na leasing po dobu trvání 4 let a po 6 letech provozu těchto automobilů se uvažuje vzhledem k nejideálnějšímu období o jejich prodeji a nákupu zcela nových vozidel, naskytuje se úvaha, jak výhodná by byla investice do nákupu vozidel poháněných CNG.

Jak již bylo zmíněno, na českém trhu je v současné době nabízeno přes 30 modelů různých typů automobilů, vyráběných speciálně pro využívání CNG jakožto pohonné hmoty, přičemž se jedná jak o vozidla osobní, tak i užitková. Tato široká nabídka vozidel umožňuje provést analýzu případných finančních úspor při porovnání současných modelů automobilů provozovaných společností Letiště Ostrava, a.s. a vhodně vybraných modelů NGV s podobnými parametry motorů ve stejné vozové třídě. Aby takováto analýza byla úplná, a bylo možné uvést případné ekonomické výhody provozu NGV, jsou tyto vozidla spalující CNG srovnávány nejen s nyní užívanými automobily letiště, ale také s novými modely, jimiž výrobci tyto provozovaná vozidla v současné době nahrazují na českém trhu. Pokud by se tedy vycházelo z předpokladu nahrazení současného vozového parku nákupem nových automobilů, bylo by možné takovouto studií, především po srovnání spotřeby paliva a ceny vozidel určit, zda-li a za jakých podmínek je výhodnější investice do nákupu NGV, či klasických vozidel, kterými výrobci nahrazují již neprodejné modely, jenž jsou nyní provozovány společností Letiště Ostrava, a.s.

Veškeré ceny NGV jsou uváděny dle aktuálního ceníku autorizovaných prodejců těchto vozidel, přičemž zanedbány jsou případné slevy prodejce při hromadné objednávce. Ceny ropných pohonných hmot vychází stejně jako u provozní techniky z průměrné prodejní hodnoty ke dni 30. dubna 2011 a cena CNG je shodná s prodejní cenou společnosti Vítkovice Doprava, a.s. Při výpočtu ročních nákladů na pohonné hmoty se vychází z ročního nájezdu kilometrů vozidel v uplynulém roce 2010, jak je uvedeno v *Tab. 6.7*. Pro jednodušší orientaci jsou v případě provozu více automobilů stejného modelu uváděny tyto náklady vždy pouze pro 1 vozidlo, přičemž jeho roční ujetá vzdálenost je aritmetickým průměrem najetých kilometrů všech provozovaných vozidel příslušného modelu.

Jaké jsou vhodné alternativy NGV, alternativy výrobců současných modelů včetně jejich technických parametrů a finančních úspor, uvádí následující srovnání:

Peugeot 607 → Mercedes-Benz E - Class

Nyní v provozu:

Alternativa výrobce:

Alternativa NGV:

Peugeot 607

Peugeot 508

Mercedes-Benz E - Class

Motor: 2.7 HDI V6

Motor 2.2 HDI

Motor: E 200 NGT

Zdvihový objem: 2 720 cm³

Zdvihový objem: 2 179 cm³

Zdvihový objem: 1 176 cm³

Max. výkon: 150 kW

Max. výkon: 150 kW

Max. výkon: 120 kW

Spotřeba: 8,4 l/100km

Spotřeba: 5,7 l/100km

Spotřeba: 6,1 kg/100km

Cena: 904 900,- Kč

Cena: 1 095 600,- Kč

Efektivnost ekologické investice:

	Peugeot 607	Peugeot 508	MB E-Class
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	8,40 l	5,71 l	6,10 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	33,81 Kč/l	23,40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	2,48 Kč	1,93 Kč	1,43 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	352 km	517 km	700 km
Roční náklady PHM (33 897 km)	96 268,84 Kč	65 439,89 Kč	48 384,58 Kč
Roční úspora		30 829 Kč	47 884 Kč

Tab. 6.8

Peugeot 407 → Volkswagen Passat Limousine

Nyní v provozu:

Alternativa výrobce:

Alternativa NGV:

Peugeot 407

Peugeot 508

Volkswagen Passat Limousine

Motor: 2.0 HDI

Motor: 2.2 HDI

Motor: 1.4 EcoFuel TSI

Zdvihový objem: 1 997 cm³

Zdvihový objem: 2 172 cm³

Zdvihový objem: 1 390 cm³

Max. výkon: 100 kW

Max. výkon: 150 kW

Max. výkon: 110 kW

Spotřeba: 5,9 l/100km

Spotřeba: 5,7 l/100km

Spotřeba: 4,5 kg/100km

Cena: 904 900,- Kč

Cena: 696 700,- Kč

Efektivnost ekologické investice:

	Peugeot 407	Peugeot 508	VW Passat Lim.
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	5,90 l	5,70 l	4,50 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	33,81 Kč/l	23,40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	1,91 Kč	1,93 Kč	1,05 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	501 km	518 km	949 km
Roční náklady PHM (48 319 km)	96 386,26 Kč	93 118,93 Kč	50 879,91 Kč
Roční úspora		3 267 Kč	45 506 Kč

Tab. 6.9

Peugeot 307 → Fiat Punto EVO

Nyní v provozu:

Alternativa výrobce:

Alternativa NGV:

Peugeot 307

Peugeot 308

Fiat Punto EVO

Motor: 1.6 HDI DV6TED4

Motor: 1.6 HDI

Motor: 1.4 Natural Power

Zdvihový objem: 1 560 cm³

Zdvihový objem: 1 560 cm³

Zdvihový objem: 1 368 cm³

Max. výkon: 80 kW

Max. výkon: 80 kW

Max. výkon: 51 kW

Spotřeba: 4,9 l/100km

Spotřeba: 4,8 l/100km

Spotřeba: 4,5 kg/100km

Cena: 404 900,- Kč

Cena: 386 900,- Kč

Efektivnost ekologické investice:

	Peugeot 307	Peugeot 308	Fiat Punto EVO
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	4,90 l	4,80 l	4,50 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	33,81 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	1,66 Kč	1,62 Kč	1,05 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	603 km	618 km	949 km
Roční náklady PHM (27 014 km)	44 753,82 Kč	43 840,48 Kč	28 445,74 Kč
Roční úspora		913 Kč	16 308 Kč

Tab. 6.10

Peugeot 207 → Fiat Punto EVO

Nyní v provozu:

Alternativa výrobce:

Alternativa NGV:

Peugeot 207

Peugeot 207

Fiat Punto EVO

Motor: 1.4 HDI

Motor: 1.6 HDI

Motor: 1.4 Natural Power

Zdvihový objem: 1 398 cm³

Zdvihový objem: 1 560 cm³

Zdvihový objem: 1 368 cm³

Max. výkon: 50 kW

Max. výkon: 68 kW

Max. výkon: 51 kW

Spotřeba: 4,5 l/100km

Spotřeba: 4,2 l/100km

Spotřeba: 4,5 kg/100km

Cena: 309 900,- Kč

Cena: 386 900,- Kč

Efektivnost ekologické investice:

	Peugeot 207	Peugeot 207	Fiat Punto EVO
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	4,50 l	4,20 l	4,50 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	33,81 Kč/l	22,50 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	1,52 Kč	1,42 Kč	1,05 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	657 km	704 km	946 km
Roční náklady PHM (15 828 km)	24 081,51 Kč	22 476,08 Kč	16 666,88 Kč
Roční úspora		1 605 Kč	7 415 Kč

Tab. 6.11

Peugeot 107 → Fiat Punto EVO

Nyní v provozu:

Alternativa výrobce:

Alternativa NGV:

Peugeot 107

Peugeot 107

Fiat Punto EVO

Motor: 1.0 16V

Motor: 1.0 MAN5

Motor: 1.4 Natural Power

Zdvihový objem: 998 cm³

Zdvihový objem: 998 cm³

Zdvihový objem: 1 368 cm³

Max. výkon: 50kW

Max. výkon: 50 kW

Max. výkon: 51 kW

Spotřeba: 4,6 l/100km

Spotřeba: 4,5 l/100km

Spotřeba: 4,5 kg/100km

Cena: 209 900,- Kč

Cena: 386 900,- Kč

Efektivnost ekologické investice:

	Peugeot 107	Peugeot 107	Fiat Punto EVO
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	4,60 l	4,50 l	4,50 kg
Cena paliva:	34,05 Kč/l	34,05 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	1,57 Kč	1,53 Kč	1,05 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	638 km	652 km	949 km
Roční náklady PHM (3 936 km)	6 164,96 Kč	6 030,94 Kč	4 144,61 Kč
Roční úspora		134 Kč	2 020 Kč

Tab 6.12

Peugeot Boxer → Fiat Ducato

Nyní v provozu:

Alternativa výrobce:

Alternativa NGV:

Peugeot Boxer

„totožná s provozovaným“

Fiat Ducato Van L2H2

Motor: 2.2 HDi

Motor: 3.0 16V Natural Power

Zdvihový objem: 2 198 cm³

Zdvihový objem: 2 999 cm³

Max. výkon: 74 kW

Max. výkon: 100 kW

Spotřeba: 7,9 l/100km

Spotřeba: 8,8 kg/100km

Cena: 609 900,- Kč

Cena: 693 327,- Kč

Efektivnost ekologické investice:

	Peugeot Boxer	Fiat Ducato
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	7,90 l	8,80 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	2,67 Kč	2,06 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	374 km	485 km
Roční náklady PHM (7 165 km)	19 137,64 Kč	14 754,17 Kč
Roční úspora		4 383 Kč

Tab. 6.13

Peugeot Partner, Partner 4x4 → Opel Combo

V případě modelu Partner jsou rovněž provozovány 3 vozidla verze 4x4 se stejnými výkonovými charakteristikami, avšak odlišnou spotřebou a pořizovací cenou.

Nyní v provozu:

Alternativa výrobce:

Alternativa NGV:

Peugeot Partner

„totožná s provozovaným“

Opel Combo

Motor: 1.6 HDI

Zdvihový objem: 1 560 cm³

Max. výkon: 66 kW

Spotřeba: 5,3 l/100km

Cena: 373 400,- Kč

Cena⁷: 408 500,- Kč

Motor: 1.6 CNG Ecotec

Zdvihový objem: 1 598 cm³

Max. výkon: 69 kW

Spotřeba: 4,9 kg/100km

Cena: 293 750,- Kč

Efektivnost ekologické investice:

	P. Partner	Opel Combo
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	5,30 l	4,90 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	1,79 Kč	1,15 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	558 km	872 km
Roční náklady PHM (14 751 km)	26 432,76 Kč	16 913,50 Kč
Roční úspora		9 519 Kč

Tab. 6.14

	P. Partner 4x4	Opel Combo
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	5,80 l	4,90 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	1,96 Kč	1,15 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	509 km	872 km
Roční náklady PHM (20 025 km)	39 268,62 Kč	22 960,67 Kč
Roční úspora		16 308 Kč

Tab. 6.15

⁷ Cena modelu Peugeot Partner 4x4

Škoda Fabia, Škoda Octavia → Fiat Punto EVO

Nyní v provozu:

Škoda Fabia

Motor: 1.2 HTP

Zdvihový objem: 1 198 cm³

Max. výkon: 47 kW

Spotřeba: 6,0 l/100km

Alternativa výrobce:

Škoda Fabia

Motor: 1.2 HTP

Zdvihový objem: 1 198 cm³

Max. výkon: 44 kW

Spotřeba: 5,7 l/100km

Cena: 234 900,- Kč

Alternativa NGV:

Fiat Punto EVO

Motor: 1.4 Natural Power

Zdvihový objem: 1 368 cm³

Max. výkon: 51 kW

Spotřeba: 4,5 kg/100km

Cena: 386 900,- Kč

Nyní v provozu:

Škoda Fabia

Motor: 1.4 HTP

Zdvihový objem: 1 397 cm³

Max. výkon: 50 kW

Spotřeba: 7,1 l/100km

Alternativa výrobce:

Škoda Fabia

Motor: 1.2 HTP

Zdvihový objem: 1 198 cm³

Max. výkon: 51 kW

Spotřeba: 5,5 l/100km

Cena: 249 900,- Kč

Alternativa NGV:

Fiat Punto EVO

Motor: 1.4 Natural Power

Zdvihový objem: 1 368 cm³

Max. výkon: 51 kW

Spotřeba: 4,5 Kg/100km

Cena: 386 900,- Kč

Nyní v provozu:

Škoda Octavia

Motor: 2.0 TDI

Zdvihový objem: 1 968 cm³

Max. výkon: 103 kW

Spotřeba: 5,7 l/100km

Alternativa výrobce:

Škoda Octavia

Motor: 2.0 TDI

Zdvihový objem: 1 968 cm³

Max. výkon: 103 kW

Spotřeba: 4,8 l/100km

Cena: 554 900,- Kč

Alternativa NGV:

Fiat Punto EVO

Motor: 1.4 Natural Power

Zdvihový objem: 1 368 cm³

Max. výkon: 51 kW

Spotřeba: 4,5 kg/100km

Cena: 386 900,- Kč

Efektivnost ekologické investice:

	Š. Fabia 1,2	Š. Fabia 1.2	Fiat Punto EVO
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	6,00 l	5,70 l	4,50 kg
Cena paliva:	34,05 Kč/l	34,05 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	2,04 Kč	1,94 Kč	1,05 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	489 km	515 km	949 km
Roční náklady PHM (6 521 km)	13 322,40 Kč	12 656,28 Kč	6 866,61 Kč
Roční úspora		666 Kč	6 456 Kč

Tab. 6.16

	Š. Fabia 1,4	Š. Fabia 1.4	Fiat Punto EVO
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	7,10 l	5,50 l	4,50 kg
Cena paliva:	34,05 Kč/l	34,05 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	2,42 Kč	1,87 Kč	1,05 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	413 km	533 km	949 km
Roční náklady PHM (9 422 km)	22 778,16 Kč	17 645,05 Kč	9 921,37 Kč
Roční úspora		5 133 Kč	12 857 Kč

Tab. 6.17

	Škoda Octavia	Škoda Octavia	Fiat Punto EVO
Komb. spotřeba paliva na 100 km:	5,70 l	4,80 l	4,50 kg
Cena paliva:	33,81 Kč/l	33,81 Kč/l	23, 40 Kč/kg
Palivové náklady na 1 km:	1,93 Kč	1,62 Kč	1,05 Kč
Ujetá vzdálenost za 1 000 Kč	518 km	616 km	949 km
Roční náklady PHM (18 093 km)	34 868,29 Kč	29 362,77 Kč	19 051,93 Kč
Roční úspora		5 506 Kč	15 816 Kč

Tab 6.18

Ostatní automobily

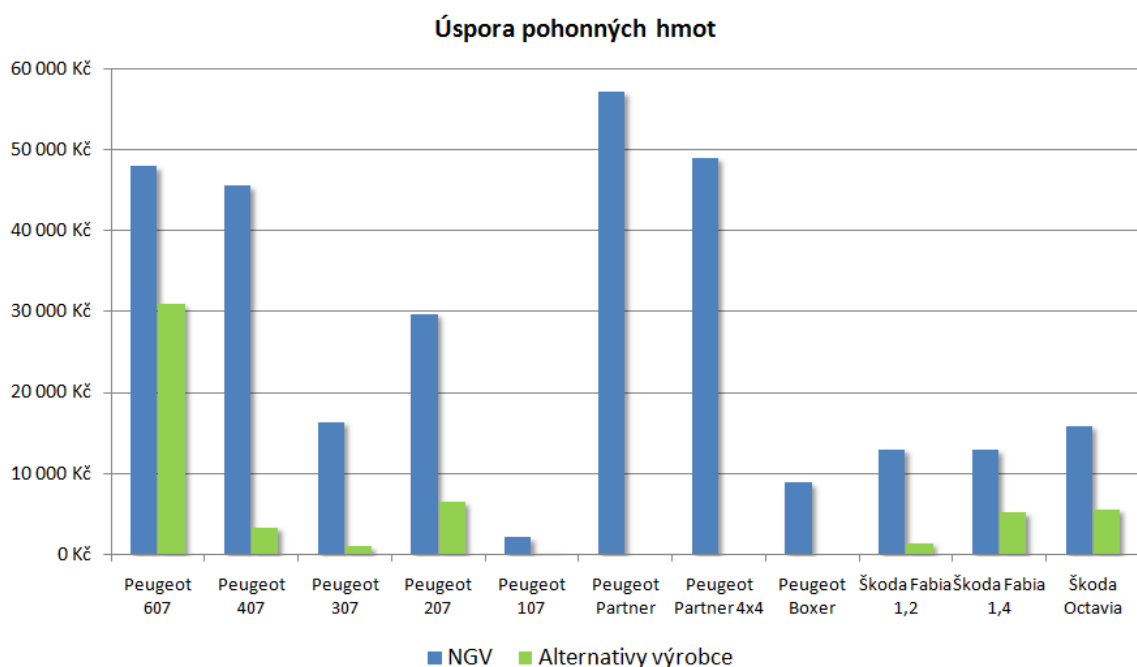
Bohužel k automobilům Citroen Crosser, Škoda Felicia pick-up, či Lada Niva nebyly doposud výrobci NGV nabídnuty adekvátně srovnatelné vozidla. Z tohoto důvodu nebyly zahrnuty do této analýzy finančních úspor v případě využívání NGV a počítá se tak s jejich nahrazením vozidly využívajícími klasických ropných pohonných hmot jako je motorová nafta, či benzín.

Shrnutí kategorie osobních automobilů

Po výběru vhodných alternativních NGV, uvedení nyní prodáváných modelů a výpočtu kolik nákladů spojených s nákupem pohonných hmot je možné ušetřit jejich nahrazením stávajících modelů při počtu najetých kilometrů v uplynulém roce 2010, je možné vypočítat i celkovou možnou úspornost nákladů při zohlednění počtu jednotlivých modelů. Tuto cenovou kalkulaci uvádí Tab. 6.19. Jak tedy z celkového součtu vyplývá, důsledkem snižování spotřeby paliva u nových verzí vozů Peugeot a Škoda, které jsou nyní uváděné na trhu, vůči letištům provozovaným starším variantám stejných modelů, je možné ušetřit 53 533 Kč. Avšak provozem NGV je vůči těmto vybraným současně užívaným automobilům možné ušetřit dokonce až 297 767 Kč ročně, což je o výrazných 456% více. Jedná se však o náklady spojené pouze s náklady na pohonné hmoty.

Typ nahrazovaného automobilu	Ks	Alternativy výrobce	NGV
		úspora celkem	úspora celkem
Peugeot 607	1	$1 \cdot 30\,829 = 30\,829 \text{ Kč}$	$1 \cdot 47\,884 = 47\,884 \text{ Kč}$
Peugeot 407	1	$1 \cdot 3\,267 = 3\,267 \text{ Kč}$	$1 \cdot 45\,506 = 45\,506 \text{ Kč}$
Peugeot 307	1	$1 \cdot 913 = 913 \text{ Kč}$	$1 \cdot 16\,308 = 16\,308 \text{ Kč}$
Peugeot 207	4	$4 \cdot 1\,605 = 6\,420 \text{ Kč}$	$4 \cdot 7\,415 = 29\,660 \text{ Kč}$
Peugeot 107	3	$1 \cdot 134 = 134 \text{ Kč}$	$1 \cdot 2\,020 = 2\,020 \text{ Kč}$
Peugeot Partner	6	-	$6 \cdot 9\,519 = 57\,114 \text{ Kč}$
Peugeot Partner 4x4	3	-	$3 \cdot 16\,308 = 48\,924 \text{ Kč}$
Peugeot Boxer	2	-	$2 \cdot 4\,383 = 8\,766 \text{ Kč}$
Škoda Fabia 1.2	2	$2 \cdot 666 = 1\,332 \text{ Kč}$	$2 \cdot 6\,456 = 12\,912 \text{ Kč}$
Škoda Fabia 1.4	1	$1 \cdot 5\,133 = 5\,133 \text{ Kč}$	$1 \cdot 12\,857 = 12\,857 \text{ Kč}$
Škoda Octavia	1	$1 \cdot 5\,506 = 5\,506 \text{ Kč}$	$1 \cdot 15\,816 = 15\,816 \text{ Kč}$
CELKEM	25	53 533 Kč	297 767 Kč

Tab. 6.19



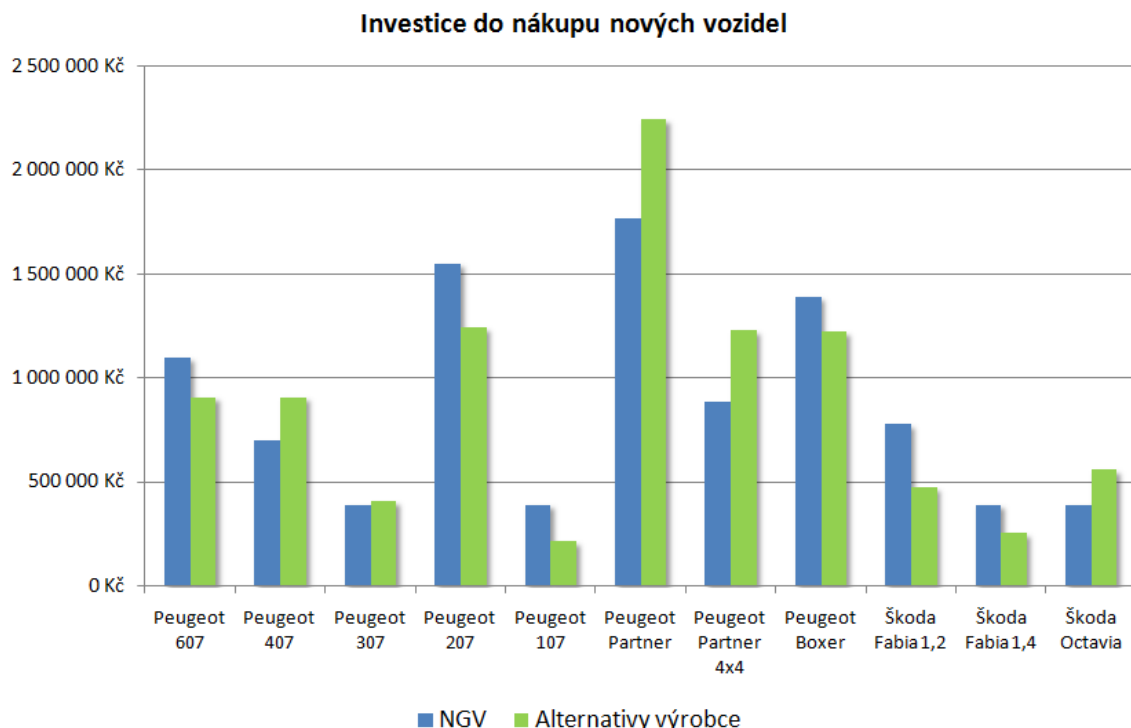
Obr. 6.8 Graf ročních úspor PHM jednotlivých modelů

V úvahu je však také nutné vzít pořizovací ceny těchto vybraných NGV, které se bohužel stále pohybují vzhledem k současným, klasiky ropnými palivy poháněných, modelům mnohem výše. Pořizovací náklady obou srovnávaných skupin vozidel uvádí Tab. 6.20 (Obr. 6.9). Jelikož však v některých případech byly zvoleny k nyní užívaným automobilům alternativy NGV nižší třídy, rozdíl v celkových pořizovacích nákladech je pouze 67 204 Kč. Tato částka činí tedy průměrně každé vybrané NGV o 2 688 Kč dražší. Jedná se však o částku, kterou NGV ušetří průměrně již za necelé 3 měsíce provozu a následující léta již probíhá efektivní šetření nákladů na provoz vozového parku osobních a užitkových

dopravních prostředků. Navíc v důsledku současného neustálého zdražování ceny ropy je značný předpoklad stále výraznějšího šetření. Provoz NGV v oblasti osobních a užitkových automobilů má však nejen ekonomické, ale také nesporné ekologické výhody. Výrobci bohužel uvádějí pouze množství vyprodukovaného CO₂, zatímco přesné údaje o výraznějším omezení vyprodukovaného množství SO₂, NO_x, či pevných částic chybí. I přes absenci těchto konkrétních hodnot je provoz NGV s jistotou výrazně šetrnější k životnímu prostředí.

Typ nahrazovaného automobilu	Ks	Alternativy výrobce	NGV
		náklady celkem	náklady celkem
Peugeot 607	1	1 · 904 900 = 904 900 Kč	1 · 1 095 600 = 1 095 600 Kč
Peugeot 407	1	1 · 904 900 = 904 900 Kč	1 · 696 700 = 696 700 Kč
Peugeot 307	1	1 · 404 900 = 404 900 Kč	1 · 386 900 = 386 900 Kč
Peugeot 207	4	4 · 309 900 = 1 239 600 Kč	4 · 386 900 = 1 547 600 Kč
Peugeot 107	3	1 · 209 900 = 209 900 Kč	1 · 386 900 = 386 900 Kč
Peugeot Partner	6	6 · 373 400 = 2 240 400 Kč	6 · 293 750 = 1 762 500 Kč
Peugeot Partner 4x4	3	3 · 408 500 = 1 225 500 Kč	3 · 293 750 = 881 250 Kč
Peugeot Boxer	2	2 · 609 900 = 1 219 800 Kč	2 · 693 327 = 1 386 654 Kč
Škoda Fabia 1.2	2	2 · 234 900 = 469 800 Kč	2 · 386 900 = 773 800 Kč
Škoda Fabia 1.4	1	1 · 249 900 = 249 900 Kč	1 · 386 900 = 386 900 Kč
Škoda Octavia	1	1 · 554 900 = 554 900 Kč	1 · 386 900 = 386 900 Kč
CELKEM	25	9 624 500 Kč	9 691 704 Kč

Tab. 6.20



Obr. 6.9 Graf velikosti investice do nákupu nových vozidel

6.3 Plnicí stanice

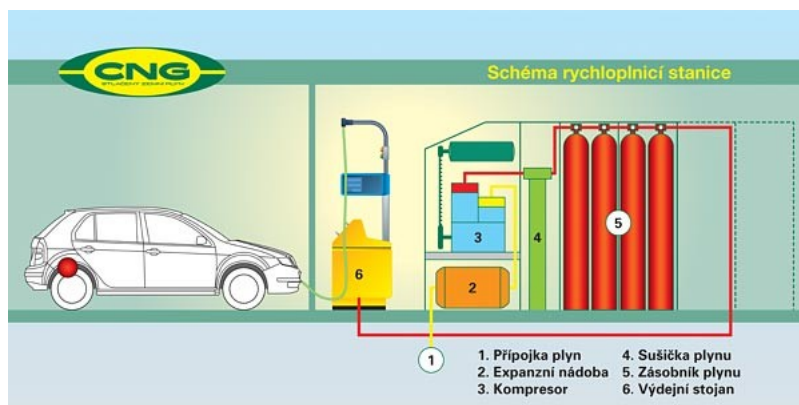
Optimálním řešením v případě vybudování plnicí stanice na CNG pro provoz letiště spíše regionálního typu se jeví volba pro rychloplnicí stanici střední velikosti. Tento druh plnicích stanic je ideálním řešením pro flotily firemních vozidel, případně také vysokozdvizných vozíků a může být libovolně upravován dle přání zákazníka. Mezi výhody takovéto plnicí stanice především patří:

- Spolehlivá technologie plnění CNG
- Možnost kombinace pomalého a rychlého plnění
- Možnost připojení další kompresorové jednotky a zásobníků CNG
- Modulární řešení kompresorových jednotek a zásobníků
- Možnost vnitropodnikového, nebo komerčního využití

Tyto stanice jsou zcela samoobslužné, přičemž možné je také jejich rozšíření o kartový terminál umožňující čerpání CNG veřejnosti. Základní podmínky pro umístování a provoz plnicích stanic CNG řeší Technické doporučení GAS TD 304 02 – „Plnicí stanice stlačeného zemního plynu pro motorová vozidla“

Princip činnosti

Zemní plyn z plynovodní přípojky odebíraný kompresorem je po zbavení nečistot v sušičce plynu stlačován na tlak do 300 bar. Takto stlačený plyn je skladován ve vysokotlakých zásobnících. Doba plnění vozidla touto metodou se pohybuje v rozmezí 3-5 minut.



Obr. 6.10 Rychloplnicí stanice [zdroj: www.cng.cz]

Technické řešení

Provoz a především realizace každé takovéto stanice je velice individuální. Velikost investice závisí na možnosti připojení k plynové síti a tím počtu kompresorů (vysokotlaká síť = 3x stlačeno, středotlaká síť = 4x stlačeno), ceně odebírané energie potřebné k provozu, hodinové kapacitě stanice, aj. V případě Letiště Ostrava tak bude dále uváděná pouze modelová situace z důvodu dosažení alespoň přibližné představy o stavebních a provozních nákladech takovéto plnicí stanice a její odhadované návratnosti. Pořizovací a provozní náklady jsou tak pouze odhadovány společností Vítkovice Cylinders, a.s. vycházející z podobných projektů.

Technické parametry modelové stanice výrobce Tvaja CNG, s.r.o. uvádí následující tabulka:

Typ stanice		BLUE LINE 50/60
výkon	[m ³ /hod]	60
plnicí tlak	[bar]	300
otáčky kompresoru	[L]	2 100
výkon hlavního el. motoru	[kW]	18
rozsah pracovní teploty	[°C]	- 20 až + 50
hlučnost	[kg/min]	65 db(a)
rozměry (š x v x h)	[mm]	800 x 1 300 x 1 990
hmotnost	[kg]	520

Tab. 6.21

Pořizovací náklady plnicí stanice:

cena technologie	1 210 500 Kč
stavební náklady	242 100 Kč
CELKEM	1 452 600 Kč

Tab. 6.22

Provozní náklady plnicí stanice na m³:

cena energie	0,22 Kč
servisní náklady	0,15 Kč
celkem	0,37 Kč
Roční náklady při 28 325,48 m³	10 480,42 Kč

Tab. 6.23



Obr. 6.11 Plnicí stanice BLUE LINE 0/60
[zdroj: www.tvajacng.cz]

Shrnutí kategorie plnicí stanice:

Návratnost investice do výstavby plnicí stanice v areálu Letiště Ostrava vychází z modelové situace odhadovaných pořizovacích nákladů a nákladů provozních, které jsou vždy vztaženy na 1 m³ CNG. Je-li vycházeno, v případě osobních automobilů, z roční spotřeby 28 325,48 m³ CNG, činí tak celkové roční provozní náklady plnicí stanice 10 480,42 Kč, které jsou dále odečteny od již dříve vypočtené roční úspory nákladů spojených s nákupem pohonných hmot NGV a návratnost investice tak ve výsledku činí přibližně 5 let.

$$NÁVRATNOST = \frac{\text{Pořizovací náklady}}{\text{roční úspora PH} - \text{roční provozní náklady}} = \frac{1\,452\,600}{297\,767 - 10\,480,42} = 5,1 \text{ let}$$

Obr. 6.12 Vzorec návratnosti

Teprve po této době bude investice do výstavby plnicí stanice zcela pokryta a nastane tak reálné šetření financí. Přestože se v současné době tato pětiletá návratnost jeví jakožto dlouhá a nevýhodná, s plánovaným rozvojem letiště, čímž by se také zvýšila početnost vozového parku, není takovýto projekt do budoucna zcela vyloučený. Redukce této návratnosti je však již nyní možná v případě možného čerpání dotace v rámci Regionálního operačního programu ROP NUTS II⁸. Jinou nabízenou alternativou je také financování výstavby a provozu plnicí stanice zcela soukromou společností, čímž by letišti odpadly náklady s touto činností, avšak v takovémto případě by využitelnost stanice byla pravděpodobně zaměřena také na veřejnost, čímž by se kladly vysoké nároky na výběr vhodného místa provozu, tak aby se případně jeden terminál nacházel v letištní části a druhý v části veřejné určené například pro nedalekou, stále se rozvíjející, průmyslovou zónu.

⁸ Více informací o tomto operačním programu dostupných na webových stránkách: „<http://www.strukturalni-fondy.cz/rop-ms>“

6.4 Výsledek analýzy využitelnosti CNG na letišti Ostrava

Na základě údajů skutečné spotřeby klasických ropných pohonných hmot jednotlivých vozidel, či provozní techniky letiště Ostrava v uplynulém roce 2010 je možné tyto hodnoty porovnat s případným využitím CNG.

V případě provozní techniky, která v rámci této analýzy zahrnuje především pozemní letištní zdroje, se jedná pro aplikaci CNG z hlediska vysoké spotřeby PHM o potencionálně výhodnou skupinu zařízení. V současné době však bohužel neexistuje téměř žádná nabídka výroby takovéto techniky využívající pro svůj pohon CNG a jediným nabízeným řešením je tak pouze přestavba stávajících modelů založená na nahrazení původních naftových motorů motory spalující CNG. Jedná se však o proces velmi technicky náročný a především ekonomicky nevýhodný.

PROVOZNÍ TECHNIKA			
Roční úspora	Investice do přestavby	Rozdíl	Návratnost
367 998 Kč	2 800 000 Kč	- 2 432 002 Kč	79 měsíců

Tab. 6.24

Jak uvádí Tab. 6.24, přestože je spalováním CNG v kategorii provozní techniky možné ušetřit téměř 368 000 Kč ročně, investice spojená s nahrazováním původních naftových motorů je natolik velká, že návratnost takového projektu je odhadována na dlouhých 7 let.

Mnohem výhodněji se tak jeví pouze nákup a provoz CNG automobilů. Český trh v současné době nabízí širokou nabídku osobních i užitkových automobilů spalující CNG označovaných jako NGV, v důsledku čehož je k nyní provozovaným modelům snadné najít nejen vhodnou alternativu automobilu stejného výrobce, ale rovněž alternativu NGV. Celkem bylo vybráno a propočteno 25 vozidel, jejichž celkové úspory pořizovací náklady prezentuje následující tabulka:

OSOBNÍ AUTOMOBILY			
Roční úspora		Pořizovací náklady	
Alternativy výrobce	NGV	Alternativy výrobce	NGV
53 533 Kč	297 767 Kč	9 624 500 Kč	9 691 704 Kč

Tab. 6.25

Přestože výrobci oproti vozům provozovaným v současné době na letišti Ostrava především díky technickým pokrokům od doby nákupu těchto vozidel v roce 2007 dokázali snížit spotřebu PHM modelů nahrazujících tyto vozidla, nedosahuje takováto úspora ani

zdaleka hodnoty ekonomické výhodnosti NGV. Těmito zároveň vysoce ekologicky šetrnými vozidly je totiž ročně možné ušetřit téměř 300 000 Kč. A přestože je rozdíl v celkových pořizovacích nákladech NGV o 67 204 Kč vyšší, jedná se v přepočtu na jedno vozidlo o částku, kterou je možno ušetřit již během necelých 3 měsíců provozu automobilu.

V případě plnicí stanice byla zvolena rychloplnicí stanice středního typu, jejíž návratnost je vzhledem k uvažované roční úspoře NGV 297 767 Kč odhadovaná přibližně na dobu 5 let. Pokud by bylo uvažováno rovněž se zahrnutím nákladů do výměny CNG motorů provozní techniky, návratnost celého projektu by vzrostla až na 13,5 let.

PLNÍČÍ STANICE		
Pořizovací náklady	Roční provozní náklady	Návratnost
1 452 600 Kč	10 480,42 Kč	61 měsíců

Tab. 6.26

Výsledkem této zpracované analýzy je skutečnost, že ačkoli by nahrazení současného vozového parku a provozní techniky letiště výrazně ušetřilo náklady na pohonné hmoty, technická realizace s výjimkou osobních automobilů a finanční náklady spojené především s investicí do vybudování plnicí stanice, či nahrazování CNG motorů je značně vysoká a v současné době neakceptovatelná. Realizace takového projektu by byla snáze proveditelnější v případě širší nabídky vyráběné letištní techniky spalující CNG, čímž by ubylo problémů s přestavbou současných zařízení spojených s vysokou cenovou náročností, technickou realizací, či například s řešením otázek uplatnění záruky původních systémů. Jelikož se stejně výhledově s novým nákupem tahacích traktorů, pojízdných schodů, či GPU vzhledem k plánovanému rozvoji letiště počítá, nahrazení takovouto technikou není do budoucna kategoricky vyloučeno. V takovém případě by se však musela vyřešit především otázka financování vybudování plnicí stanice. Samotné letiště by takovouto investici bohužel nebylo schopné uskutečnit a jedinou možností v tomto ohledu se tak v současné době nabízí případné čerpání dotací, či využití a spolufinancování plnicí stanice společnostmi operujícími v areálu letiště, případně jeho bezprostředním okolí. Takovouto skupinu může v budoucnu představovat například v současné době budovaný cargo terminál v jihozápadní části letiště, či očekávané rozšiřování přílehlé průmyslové zóny.

7. Zhodnocení cílů

Po prostudování a zhodnocení technických a legislativních ohledů provozu NGV bylo dosaženo závěru, že tyto aspekty nikterak neomezují provoz těchto vozidel v rámci letecké dopravy, stejně tak jako ekologické a ekonomické aspekty provozu NGV, které jsou dokonce největšími výhodami využívání CNG. Na základě inspirace několika již plně fungujících projektů zabývajících se využitím CNG pro provoz letiště v zahraničí, bylo možné zvolit nejvhodnější mechanizační prostředky, které by toto alternativní palivo mohly využívat pro svůj provoz. Projekty jako jsou například realizovány na mezinárodních letištích v Hamburgu, či Madridu dokazují, že aplikace alternativních paliv, především pak v současné době CNG, je nejen předvídavým krokem do budoucna, ale zároveň také již nyní zcela ekonomicky a především ekologicky šetrným řešením. Po zpracování studie řešící využití CNG pro letiště Ostrava se však tyto výhody neprokázaly být tak jednoznačné. Že se jedná o projekt velice šetrný k životnímu prostředí, je nesporné. Přes prokazatelně výrazné finanční úspory spojené s nákupem pohonných hmot, se však v případě regionálního letiště s nízkokapacitním provozem vynaložená investice do nahrazení stávajících zařízení CNG motory nevyplatí. Důvodem jsou několikanásobně vyšší náklady spojené s výměnou stávajících motorů za motory spalující CNG.

8. Závěr

Vzhledem ke stále nutnějším snahám o ochranu životního prostředí a výrazně rostoucí cenou ropy v důsledku snižování její zásobní kapacity, či neustále častějších přírodních katastrof, nebo politických krizí, se také zvyšuje úsilí o vývoj alternativních paliv a jejich využití. Jednou z možností, střednědobého výhledového horizontu je CNG, jehož využití v dopravě se již stává i vzhledem k různým podpůrným programům stále rozšířenější. Z důvodů ekologických a především ekonomických výhod tohoto paliva začalo pro svůj provoz využívat již několik letišť, či jejich handlingových operátorů po celém světě. Aplikace CNG na letištích tak nejen snižuje celkové množství vyprodukovaných emisí letecké dopravy, ale zároveň šetří náklady spojené s nákupem pohonných hmot. Avšak co se osvědčilo na velkých mezinárodních letištích, se na menších regionálních jeví mnohem složitější a náročnější. Tento závěr vyplývá na základě vypracované studie využitelnosti CNG na letišti v Ostravě Mošnově. Vzhledem k ne mnoho početnému vozovému parku, nízkokapacitnímu provozu, čímž je omezena spotřeba pohonných hmot a ne zcela rozvinutá nabídka letištní techniky využívající CNG, je v současné době aplikace tohoto paliva na letišti v Ostravě Mošnově nevýhodná, avšak do budoucna ne zcela vyloučena na základě očekávaného rozvoje tohoto letiště. Výrazným krokem k mnohem početnějšímu využívání CNG v oblasti letecké dopravy se nejen v tomto konkrétním případě, ale zároveň v globálním měřítku jeví nutnost mnohem rozvinutějšího vývoje a výroby speciální letištní techniky poháněné CNG, která až na výjimky tahacích traktorů v současné době není nikterak výrazná. S odstraněním tohoto nedostatku se dá v následujících letech očekávat mnohem dynamičtější rozvoj využívání CNG pro provoz letiště, než je tomu doposud.

Závěrem bych chtěl také poděkovat jak svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Michalu Červinkovi, Ph.D. za mnoho cenných rad při vedení této práce, tak rovněž Ing. Janu Plankovi a Ondřeji Pustějovskému, DiS. za společnost Vítkovice Doprava, a.s. za důležité informace a rady v oblasti NGV, Ing. Janu Flosmanovi za společnost Vítkovice Cylinders, a.s. za pomoc v oblasti plnicích stanic a rovněž také Martinu Piňosovi za poskytnutí mnoho cenných informací ohledně vozového parku a technického vybavení společnosti Letiště Ostrava, a.s.

9. Seznam použité literatury

Tištěné zdroje:

- [1] BUCHTELE, J., ROUBÍČEK, V.: *Technologie plyných paliv*. Vydání první. Ostrava: VŠB – Technická Univerzita Ostrava, 1988. 120 stran. ISBN 80-7078-552-7
- [2] FERENC, B.: *Spalovací motory: Karburátory, vstřikování paliva a optimalizace parametrů motoru*. Vydání třetí. Brno: Computer Press, a.s., 2009. 388 stran. ISBN 978-80-251-2545-8
- [3] KAMEŠ, J.: *Alternativní pohon automobilů*. Vydání první. Praha: BEN – technická literatura, 2004. 231 stran. ISBN 80-7300-127-6
- [4] KERNER, L., KULČÁK L., SÝKORA, V.: *Provozní aspekty letišť*. Vydání první. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2003. 270 stran. ISBN 80-01-02841-0
- [5] ROUBÍČEK, V., RÁBL, V.: *Technologie ropy: Alternativní paliva*. Vydání první. Ostrava: VŠB – Technická Univerzita Ostrava, 2000. 268 stran. ISBN 80-7078-690-6
- [6] VINAŘ, M.: *Provozní postupy*. Brno: CERM, 2002. 131 stran. ISBN 80-7204-241-6

Internetové zdroje:

- [7] *Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea*. Dostupné na WWW: <<http://www.aena.es/csee/Satellite?pagename=Home>> [cit. 18.2.2011]
- [8] BOUČEK, S., VESECKÝ, R.: *Vysokoteplotní reaktorový systém (VHTR) a jaderná elektrárna příští generace (NGNP)*. Dostupné na WWW: <<http://vehecky.wz.cz/work/VHTR.pdf>> [cit. 11.2.2011]
- [9] CERMAN, J.: *EURO 5: Zdraží emisní limity automobily?*. 9.10.2008. Dostupné na WWW: <<http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/emise-co2/euro-5-zdrazi-emisni-limity-automobily.aspx>>
- [10] *CNG Company, s.r.o.* Dostupné na WWW: <<http://www.cngcompany.cz/>> [cit. 26.3.2011]
- [11] *CNG Vittal*. Dostupné na WWW: <<http://www.cngvital.cz/>> [cit. 5.3.2011]
- [12] *Co je zemní plyn?*. Dostupné na WWW: <<http://www.zemniplyn.cz/plyn/>> [cit. 1.4.2011]
- [13] *Český plynárenský svaz*. Dostupné na WWW: <<http://www.cgoa.cz/>>

- [14] ČPU: *Spotřeba CNG loni vzrostla o 24,2 procenta*. 25.1.2011. Dostupné na WWW: <<http://www.cianews.cz/ekonomika/cpu-spotreba-cng-loni-vzrostla-o-24-2-procenta-289638/>>
- [15] *Firemní plnicí stanice BLUE LINE 50/60*. Dostupné na WWW: <<http://www.tvajacng.cz/node/16>> [cit. 26.5.2011]
- [16] GAZDÍK, R.: *Evropská letiště jdou vstříc ekologii, Praha v závěsu*. 17.6.2009. Dostupné na WWW: <<http://aktualne.centrum.cz/zahranici/evropa/clanek.phtml?id=640243>> [cit. 8.2.2011]
- [17] *Hasiči letiště Ostrava*. Dostupné na WWW: <<http://hasici.airport-ostrava.cz/>> [cit. 8.2.2011]
- [18] Hasičské noviny: *Auta na zemní plyn budou moci parkovat i v hromadných garážích*. 18.1.2011. Dostupné na WWW: <<http://www.cng.cz/cs/237-600/>>
- [19] HORČÍK, J.: *Mercedes-Benz představuje E 200 NGT BlueEFFICIENCY*. 21.3.2011. Dostupné na WWW: <<http://www.hybrid.cz/mercedes-benz-predstavuje-e-200-ngt-blueefficiency>>
- [20] *International Organization for Standardization*. Dostupné na WWW: <http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/> [cit. 19.3.2011]
- [21] *Mulag – Innovative Ground support equipment*. Dostupné na WWW: <<http://www.mulag.de/flughafenfahrzeuge.html?&L=1>> [cit. 1.2.2011]
- [22] *Portál www.katalog-automobilu.cz*. Dostupný na WWW: <<http://www.katalog-automobilu.cz/>> [cit. 26.3.2011]
- [23] *Průměrná cena PHM*. Dostupné na WWW: <<http://www.ccs.cz/pages/phm2.php>> [cit. 4.4.2011]
- [24] *Server AUTO.CZ*. Dostupné na WWW: <www.auto.cz> [cit. 26.3.2011]
- [25] SCHAUHUBEROVÁ, M.: *Auta na CNG budou parkovat v garážích*. 31.5.2010. Dostupné na WWW: <<http://hn.ihned.cz/c1-43941030-auta-na-cng-budou-parkovat-v-garazich>>
- [26] SCHAUHUBEROVÁ, M.: *Materiál shrnující výhody zemního plynu v dopravě*. 18.8.2010. Dostupný na WWW: <<http://www.cpu.cz/vyuziti-zemniho-plynu-v-doprave>>

- [27] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2005/55/ES ze o sbližování právních předpisů členských států týkajících se opatření proti emisím plyných znečišťujících látek a znečišťujících částic ze vznětových motorů vozidel a emisím plyných znečišťujících látek ze zážehových motorů vozidel poháněných zemním plynem nebo zkapalněným ropným plynem*. Dostupné na WWW: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32005L0055:CS:HTML>> [cit. 11.2.2011]
- [28] *Statistiky provozu*. ŘLP ČR s.p. Dostupné na WWW: <http://www.rlp.cz/generate_page.php?page_id=544> [cit. 8.2.2011]
- [29] ŠEBOR, G., POSPÍŠIL, M., Žákovec, J.: *Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě: I. část*. Dostupné na WWW: <http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/F2EF24EF-5E59-42C7-B6C7-A5508CE8F820/0/Technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_dopravecast_1.pdf> [cit. 1.4.2011]
- [30] *Talleres Electromecánicos Gorris*. Dostupné na WWW: <<http://www.temg.es/>> [cit. 18.2.2011]
- [31] TAN, Ch.: *Changi may switch fleet of vehicles to CNG*. 13.3.2009. Dostupné na WWW: <<http://www.asiaone.com/Motoring/News/Story/A1Story20090313-128327.html>>
- [32] U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy: *Airport – based Alternative Fuel Vehicle Fleets*. Dostupné na WWW: <<http://www.cleanairports.com/reports/AirportAFVFleets.pdf>> [cit. 3.4.2011]
- [33] *United Nations Economic Commission for Europe*. Dostupné na WWW: <<http://www.unece.org/trans/main/welcwp29.htm?expandable=99>> [cit. 19.3.2011]
- [34] *Vitkovice Cylinders*. Dostupné na WWW: <<http://www.vitkovicecylinders.cz/>> [cit. 5.3.2011]

Seznam příloh

- I. Celosvětové statistiky NGVChyba! Záložka není definována.**
- II. Vyjádření AENA k projektu AergasChyba! Záložka není definována.**